

Physiologische Untersuchungen
über das
Verhalten und die Wirkung einiger
Ammoniaksalze
im thierischen Organismus.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
DOCTORS DER MEDICIN

verfasst und mit Genehmigung

Einer Hochverordneten Medicinischen Fakultät der Kaiserlichen Universität zu Dorpat

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

Ferdinand Lange

Livonus.

Ordentliche Opponenten:

Prof. Dr. R. Böhm. — Prof. Dr. A. Schmidt. — Prof. Dr. A. Vogel.

Dorpat.

Druck von C. Mattiesen.

1874.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät.

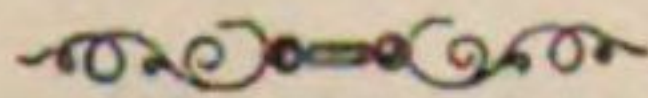
Decan Boettcher.

Dorpat, den 22. März 1874.

N^o 70.

Indem ich beifolgende Untersuchungen der Oeffentlichkeit übergebe, entspreche ich einem tiefgefühlten Bedürfniss, wenn ich Herrn Prof. Rudolph Böhm, der mir während des ganzen Verlaufs meiner Arbeiten in liebenswürdigster und bereitwilligster Weise Rath und Hülfe hat angedeihen lassen, meinen wärmsten Dank ausspreche.

Zur Einsicht in die Literatur für meine Untersuchungen hatte mir Herr Staatsrath Mag. J. Klever in liberaler Weise die Benutzung der Bibliothek des hiesigen Veterinair-Instituts gestattet. Ich bitte denselben, dafür meinen aufrichtigen Dank genehmigen zu wollen.



Indem ich beifolgende Patentschriften der Öffentlichkeit übergebe, erlaube ich einem beliebigen Dritten, wenn ich Herrn Prof. Ludwig Bähr, der mir während des ganzen Verlaufs meiner Arbeit in höchst wertvoller und bereitwilligster Weise Rath und Unterstützung angedeihen lassen, meinen besten Dank auszusprechen.

Zur Einsicht in die Literatur für meine Untersuchungen habe ich Herr Staatsrath Mag. J. Krieger in überaus weise die Benutzung der Bibliothek des hiesigen Vereins in hohem Maße gestützt. Ich bitte denselben, dafür meinen aufrichtigen Dank gemahnen zu wollen.

I.

Ueber das Vorkommen und den Nachweis von Ammoniak in der Expirationsluft.

Die Frage, ob unter normalen Verhältnissen des Körpers eine Ausscheidung von NH_3 durch die Lungen stattfindet, ist bisher vielfach experimentell erörtert worden, scheint aber nach allen angestellten Untersuchungen keine definitive Lösung gefunden zu haben. Dafür sprechen die sich strikt gegenüberstehenden Resultate, welche von verschiedenen Forschern selbst nach Anwendung derselben Versuchsmethoden gewonnen wurden, sowie viele der angewandten Methoden selbst, indem diese, sei es in chemischer, sei es in rein technischer Hinsicht nicht ganz frei von Vorwürfen bleiben können.

Man bediente sich früher am Krankenbett sowie bei Thierversuchen zum Nachweis des NH_3 einfach des rothen Lackmus- und des Curcumapapiers oder der Salzsäure. Von ersteren wandte man sich bald ab, da man sich von ihrer Unwirksamkeit bei Gegenwart geringer Ammoniakmengen überzeugte. Dagegen galten die weissen Nebel, die sich, wenn ein in Salzsäure getauchter Glasstab vor den Mund gebracht wurde, entwickelten, als ein sicherer Beweis für die Anwesenheit des NH_3 in der Expirations-

luft. Man hielt dieselben einfach für Salmiakdämpfe, ohne zu berücksichtigen, dass die Salzsäure, besonders in concentrirter Form, sich mit dem Wasser der Luft zu weissem Nebel vereinige.

Die ersten quantitativen Bestimmungen des exspirirten NH_3 wurden von *Thompson*¹⁾ und nach ihm von *Reuling*²⁾ gemacht. Nach ersterem beträgt die tägliche Menge desselben 70 Mgr. *Reuling* exspirirte durch eine Retorte, die reine Salzsäure enthielt, und bestimmte dann vermittelst Platinchlorid die NH_3 menge, welche nach ihm für 24 Stunden nur 18,72 Mgr. betrug. Ausserdem bediente er sich zum qualitativen Nachweis desselben des Hämatoxylin- und des Blauholzpapiers, welche er für sehr empfindliche und zuverlässige Reagentien auf NH_3 hielt. — Bei einem gesunden Menschen sollten 15 Expirationen genügen, das Reagens zu bläuen, während er bei an Mundaffectionen oder fieberhaften Krankheiten Leidenden letztere Farbenveränderung schon nach wenigen Expirationen beobachtete. — Da in einem Volumen atmosphärischer Luft im Mittel eine NH_3 menge gefunden wird, die der von ihm für ein Volumen Expirationsluft nachgewiesenen annähernd gleichkommt, so schloss er, dass durch die Lungen überhaupt kein NH_3 ausgeschieden werde, sondern dass das exspirirte NH_3 dasselbe sei, welches eben vorher inspirirt wurde. Dagegen aber fände bei gewissen Krankheiten eine ziemlich beträchtliche NH_3 abscheidung mit der Expirationsluft statt.

¹⁾ The philosophical Magazin and Journal of science. Vol. 30. p. 124.

²⁾ Ueber den NH_3 gehalt der exspirirten Luft und sein Verhalten in Krankheiten. Diss. Giessen 1854.

Von diesen beiden Ergebnissen jedoch kann letzteres wenigstens keinen Werth beanspruchen, da Mundaffectionen und fieberhafte Krankheiten sich meist mit leichter katarrhalischer Affection der Mund- und Rachenschleimhaut und Belegtsein der Zunge compliciren. Dass diese Momente Zersetzung von Secreten und dadurch der Entwicklung von NH_3 Vorschub leisten, dürfte kaum zu bezweifeln sein.

Durch analoge Untersuchungen kam *Richardson* ³⁾, der über einen mit HCl befeuchteten Objectträger hauchte und nach Verdunstung der Säure unter dem Mikroskope Salmiakkrystalle auf dem Glase erblickte, zu dem Schlusse, dass durch die Lungen NH_3 ausgeschieden werde. Er, wie auch *Wiederhold* ⁴⁾, welcher Expirationsluft durch eine Kältemischung condensirte und nach Verdunstung der gewonnenen Flüssigkeit Salmiakkrystalle zu finden glaubte, verfielen in den Fehler, dass sie das NH_3 , welches sich durch Zersetzung von Mundsecreten und Speiseresten bildet, unbeachtet liessen.

Der Erste, der ein nach dieser Richtung hin vorwurfsfreies Verfahren einschlug, ist *Thiry* ⁵⁾. Er umging die Fehlerquelle, die bei allen früheren Versuchen sich durch die NH_3 production in der Mundhöhle geltend machen konnte, dadurch, dass er einem Kaninchen die Trachea eröffnete und das Thier mittelst eines in letztere eingeführten Glasrohrs durch einen mit *Müller'schen* Ven-

³⁾ The cause of coagulation of the blood. London 1858.

⁴⁾ Deutsche Klinik. 1858. № 18.

⁵⁾ Ueber den NH_3 gehalt des Blutes, des Harns und der Expirationsluft. Zeitschr. für rat. Med. XVII. pag. 166.

tilen versehenen Apparat athmen liess. Hierbei musste die Inspirationsluft durch Schwefelsäure streichen, woselbst sie von ihrem NH_3 gehalt befreit wurde, während die Expirationsluft ihren Weg durch Kalilauge, welche die Kohlensäure absorbirte, und dann durch Nessler's Reagens nahm. In dem letzteren trat nach 20 Minuten die charakteristische braune Trübung auf. Er schloss daraus, dass NH_3 in der Expirationsluft vorhanden gewesen sei.

Lossen ⁶⁾, der an sich selbst experimentirte, bediente sich eines ähnlichen Apparats, nur liess er die Expirationsluft durch Salzsäure streichen, um die NH_3 menge quantitativ zu bestimmen. Er fand für 24 Stunden 10 Mgr. Auch für diese fast verschwindend kleine Menge ist er geneigt, die Quelle in den Respirationswegen zu suchen, da nach *Voit's* Untersuchungen aller Stickstoff der Nahrungsmittel im Harn und Koth wieder aufzufinden ist, mithin etwa im Blut sich bildendes NH_3 nicht durch die Luftwege ausgeschieden werden könne.

Da letztere Thatsache im Widerspruche zu den Ergebnissen *Thiry's* stand, so unternahm es *Voit* und unter seiner Leitung *Bachl* ⁷⁾, die *Thiry's*chen Versuche einer nochmaligen Prüfung zu unterwerfen. Die Resultate waren anfangs dieselben. Da endlich wies *Bachl* nach, dass das NH_3 aus der Kalilauge stamme. Das Kali hydricum ist nämlich in den seltensten Fällen ganz rein. In der Regel enthält es geringe Mengen von salpetrigsaurem

⁶⁾ Ueber die Ausscheidung von NH_3 durch die Lungen. Zeitschr. f. Biologie. Bd. I. pag. 207.

⁷⁾ Ueber die Ausscheidung von NH_3 durch die Lungen. Zeitschr. f. Biologie. Bd. V. pag. 61.

Ammon, und dieses war bei seinen Versuchen durch den Luftstrom mit in's *Nessler'sche* Reagens gerissen worden. Sobald er frisch gegossenes, reines Kali verwandte oder die Expirationsluft direct in überschüssiges Nessler. Reag. strömen liess, blieb eine Reaction auf Ammoniak aus.

Kühne und *Strauch*⁸⁾ dagegen, welche die Expirationsluft eines Hundes zuerst über Kalistücke, die, wie sie sich vorher überzeugt hatten, kein NH_3 enthielten, und dann durch Nessler. Reag. streichen liessen, bemerkten schon nach einigen Minuten, dass dasselbe dunkler wurde und bald darauf sich stark trübte. —

Während man den NH_3 gehalt der Expirationsluft unter annähernd normalen Verhältnissen bisher durch vielfache Experimente zu ermitteln gesucht hat, so ist dagegen die etwaige Ausscheidung des dem Versuchsthier künstlich in die Blutbahn gebrachten NH_3 durch die Lungen bisher nur von wenigen Forschern in den Kreis physiologischer Untersuchungen gezogen worden.

Bei seinen Untersuchungen über die Uraemie und das Verhalten des kohlensauren Ammoniaks zu derselben hat *Rosenstein*⁹⁾ beiläufig auch die Expirationsluft von Kaninchen, denen er kohlens. Ammoniak ins Blut injicirt hatte, auf NH_3 untersucht und in einem Theil der Fälle keine Ausscheidung desselben auf diesem Wege wahrgenommen, in anderen dagegen wohl. Die Methode, die er dabei eingeschlagen, giebt er leider nicht ausführlich genug an. Er macht bloß die Angabe, dass die Thiere eine

⁸⁾ Ueber das Vorkommen von NH_3 im Blut. Med. Centralblatt. 1864. № 36 und 37.

⁹⁾ *Virchow's Archiv.* Band LVI. pag. 389.

oder mehrere Stunden mittelst *Müller'scher* Ventile in Nessler. Reag. expirirten. In wie weit er dabei Fehlerquellen vermieden, die sich bei Anwendung von nicht NH_3 freien Kalistücken oder bei directem Hineinleiten der Expirationsluft in Nessler. Reag. geltend machen können, lässt sich aus seinen Angaben nicht entnehmen.

In neuerer Zeit hat sich noch *Schiffer* mit dieser Frage beschäftigt und in der Berliner klin. Wochenschr. Jahrgang 1872, № 42 einige vorläufige Mittheilungen über seine Resultate veröffentlicht. Diese Notizen kamen mir leider erst zu Gesicht, als ich die Untersuchungen über diesen Gegenstand schon abgeschlossen hatte. Er liess die Expirationsluft von Kaninchen, die entweder tracheotomirt waren oder im *Ludwig'schen* Respirationsapparat sich befanden, durch Nessler. Reag., durch Haematoxylin-tinctur oder durch titrirte Schwefelsäure $\frac{1}{2}$ oder 1 ganze Stunde lang streichen. Dem Versuchsthier waren vorher 6—8 CC. einer 1% Lösung von kohlensaurem Ammoniak ins Blut injicirt worden. Trotzdem fand er, dass durch die Lungen kein NH_3 ausgeschieden werde.

Durch diese mannigfachen Ergebnisse pro et contra mögen meine Versuche, vorliegende Frage einer endgültigen Lösung zuzuführen, gerechtfertigt werden. Zunächst schien es mir geboten, die bisherigen Angaben über den normalen NH_3 gehalt der Expirationsluft einer Prüfung zu unterwerfen und dann hauptsächlich zu entscheiden, ob nach Einführung von kohlensaurem Ammoniak in den Thierkörper eine NH_3 ausscheidung auf der Lungenschleimhaut stattfinde oder nicht.

Von Untersuchungen, wie sich das in den Magen

gebrachte Salz nach dieser Richtung hin verhalte, nahm ich Abstand, obgleich dieselben von ungleich höherem praktischen Interesse gewesen wären. Mich bewog dazu die Thatsache, dass von Thieren nur selten grössere Mengen desselben, die per os ihnen zugeführt, zurückbehalten werden. Ausserdem kämen hierbei manche andere störenden Einflüsse in Betracht. — Die Methode, der ich mich bei meinen Untersuchungen bediente, entspricht in den wesentlichsten Punkten dem Wege, der von *Schiffer* zum Nachweis des NH_3 in der Expirationsluft eingeschlagen wurde. Der Apparat hierzu war folgendermassen eingerichtet: Ein aus drei Kugeln zusammengesetztes Kugelrohr war nach beiden Seiten zu mit *Müller'schen* Ventilen in Verbindung gesetzt, von denen das eine nur die Expiration, das andere nur die Inspiration ermöglichte. Am Verbindungsstück zwischen dem Kugelrohr und dem Inspirationsventil befand sich in beträchtlicher Entfernung von letzterem ein Ansatzrohr¹⁰⁾. Zur Aufnahme des etwa expirirten NH_3 verwandte ich Normalschwefelsäure, die nach den von *Hoppe-Seyler* gegebenen Vorschriften angefertigt wurde. Auf ihre Reinheit und besonders auf etwa vorhandenes schwefelsaures Ammoniak wurde sie genau untersucht. Von derselben wurde ein bestimmtes Quantum ins Kugelrohr gefügt, desgleichen ins Expirationsventil, damit nichts vom etwa expirirten NH_3 verloren ginge. Das Inspirationsventil enthielt eine etwas concentrirtere

¹⁰⁾ Bei den ersten Probeversuchen, die ich anstellte, verwandte ich Ventile, in welche Quecksilber gefüllt war. Da aber dadurch die Respiration wesentlich behindert zu werden schien, so wurde letzteres gegen Schwefelsäure vertauscht.

Schwefelsäure zur Absorption des NH_3 der Inspirationsluft. Nachdem die Versuchsthier, zu welchen ich ausschliesslich Katzen verwandte, mit dem Rücken auf ein Brett gefesselt waren, wurde ihnen die vena jugularis externa, in welche hinein die Injectionen stattfanden, und die Trachea geöffnet. In letztere wurde eine rechtwinklig gebogene gläserne Canüle gebunden und mit dem Ansatzrohr des Apparats vereinigt.

Die Injectionen, zu welchen ich mich einer 10% Lösung von anderthalbfach kohlensaurem Ammoniak, in einem Falle auch einer 10% Salmiaklösung bediente, wurden im Beginn des Versuchs in Intervallen von 5—10 Min. gemacht, und es wurden dabei höchstens 1—3 CC. auf einmal allmählig injicirt, da grössere Mengen zu heftige Allgemeinerscheinungen, selbst den Tod zur Folge haben. Nachdem dann das Thier eine oder mehrere Stunden oder zu verschiedenen Zeitabschnitten durch den Apparat geathmet hatte, wurde die Schwefelsäure aus dem Kugelrohr und dem Expirationsventil sorgfältig in ein Becherglas gegossen und jede Säurespur aus beiden Gefässen mit destillirtem Wasser ausgespült. Zu dieser Flüssigkeit wurde dann nach Zusatz von Lackmustinctur Normalnatronlauge so lange hinzugefügt, bis die weinroth gefärbte Säure eine deutlich violette Färbung angenommen hatte. Um endlich die Anwesenheit oder Abwesenheit von NH_3 in der titrirten Flüssigkeit sicher darzuthun, versetzte ich schliesslich einen Theil derselben mit Nessler's Reagens, welches nach den Angaben in *Hoppe-Seyler's* Handbuch der physiologisch-chemischen Analyse bereitet war und sich bei angestellten Proben als sehr empfindlich erwiesen hatte.

Die hierbei gewonnenen Ergebnisse sind in folgenden Versuchsprotokollen niedergelegt.

Versuch I.

Eine mittelgrosse Katze expirirt, ohne dass derselben kohlsaures Ammoniak ins Blut injicirt worden, während einer ganzen Stunde durch 27 CC. Normalschwefelsäure (davon 14 CC. im Kugelrohr). Nachdem letztere zum Titriren aufgehoben und das Kugelrohr mit 16 CC., das Expirationsventil mit 13 CC. Normalsäure von Neuem versehen, werden derselben Katze 1 Dcgr. und 8 Min. später 2 Dcgr. kohls. Ammon. ins Blut injicirt. Sie respirirt von der ersten Injection an wiederum eine Stunde durch den Apparat. Als die während der ersten Hälfte des Versuchs verwandten Säuremengen titirt wurden, ergab sich, dass in beiden Gefässen kaum eine Spur NH_3 von der Säure aufgenommen; denn den 14 und 13 CC. Normalsäure entsprachen fast genau dieselben Mengen Normalnatronlauge. Auch bei Anwendung des Nessler'schen Reagens blieb jede Farbenveränderung oder Trübung aus. Für die zweite Hälfte des Versuchs boten die Säuremengen, trotzdem dass der Katze 3 Dcgr. kohlsaures Ammoniak injicirt waren, ein ähnliches Verhalten. Es entsprachen denselben in beiden Portionen die adäquaten Natronmengen bis auf ein Minus von 0,1—0,15 CC. Trotz dieses Unterschieds war mit dem Nessler. Reag. keine Reaction auf NH_3 in der Flüssigkeit zu erzielen.

Versuch II.

a. Eine mittelgrosse Katze expirirt von 10 Uhr 45 Min. bis 12 Uhr 15 Min. ($1\frac{1}{2}$ Stunden), ohne dass

eine Injection von Ammon. carbon. vorausgegangen, durch 29 CC. Normalschwefelsäure. Darauf werden, nachdem von Neuem eine der vorigen gleiche Menge Normalsäure in die Gefässe gebracht:

b. um 12 U. 45 M. 2 Degr. kohlen. Ammon. injicirt,

„ 1 „ 0 „ 2 „ „ „ „

„ 1 „ 15 „ 2 „ „ „ „

Um 1 Uhr 45 Min. (eine Stunde nach der ersten Injection) wird die angewandte Säure aus dem Apparate entfernt und wie vorige Menge in einem wohlverschlossenen Gefäss aufbewahrt.

c. Nach einer Pause von einer Stunde wird um 2 U. 45 Min. der von Neuem gefüllte Apparat wieder mit der Trachealcanüle verbunden. Das Thier athmet durch denselben bis 3 Uhr 45 Min. (eine Stunde). Die Säure wird aufgehoben.

d. Um 4 Uhr 55 Min. (nach einer Pause von einer Stunde 10 Min.) wird genau das Vorige wiederholt. Nachdem das Thier eine Stunde durch den Apparat respirirt, geht es bald darauf zu Grunde.

Bei der Section fand sich in den Bronchien weder Schaum, noch sonst irgend welche Flüssigkeit. Die Bronchialschleimhaut war nicht injicirt.

Tags darauf wurden die 4 Portionen Normalschwefelsäure titirt. Den 29 CC.¹¹⁾ Säure aus dem ersten Abschnitt des Versuchs (a), wo die normale Expirationsluft auf ihren NH_3 -gehalt untersucht wurde, entsprachen 28,9

¹¹⁾ Bei diesem Versuch, wie bei den folgenden, wurden die Säureportionen aus dem Kugelrohr und dem Expirationsventil stets zusammengegossen.

CC. Natronlauge. Mit dem Nessler. Reag. aber war die bekannte NH_3 -reaction nicht zu erzielen.

Den 29 CC. Säure aus dem zweiten Abschnitt (b) entsprachen gleichfalls 28,9 CC. Normalnatronlauge; derselben Säuremenge aus dem folgenden Abschnitt (c) 28,8, und der Säuremenge aus der letzten Beobachtung (d) 28,9 CC. Normalnatronlauge. Bei Hinzufügung von Nessler. Reag. zu diesen einzelnen Säureproben entstand eine schwache Andeutung einer Gelbfärbung in denselben, jedoch kein Niederschlag, selbst nach 24-stündigem Stehen.

Versuch III.

Einer grossen Katze werden injicirt:

um 11 Uhr 42 Min. 3 Dcgr. kohlen. Ammon.

„ 11	„ 47	„ 2	„ „	„
„ 11	„ 52	„ 3	„ „	„
„ 12	„ 0	„ 2	„ „	„
„ 12	„ 15	„ 2	„ „	„
„ 12	„ 30	„ 3	„ „	„

also im Lauf von c. $\frac{3}{4}$ Stunde 1,5 Gr. kohlen. Ammon. Das Thier exspirirte von der ersten Injection an c. 3 Stunden hindurch mit einzelnen minutenlangen Unterbrechungen durch 29 CC. Normalschwefelsäure. Beim Titriren entsprachen denselben fast genau 29 CC. Normalnatronlauge. Bei Zusatz von Nessler. Reag. trat eine schwach angedeutete gelbbraune Färbung auf, aber weder Trübung noch Niederschlag.

Bei der Section erwiesen sich die Bronchien frei von Schleim. An der Lunge einige subpleurale Ecchymosen. Im Harn weder Eiweiss noch Zucker nachweisbar.

Versuch IV.

Einer mittelgrossen Katze werden injicirt

um 4 Uhr 20 Min. 1 Dcgr. Salmiak.

„ 4 „ 30 „ 1 „ „

„ 4 „ 45 „ 1 „ „

„ 5 „ 0 „ 1 „ „

„ 5 „ 15 „ 1 „ „

Sie exspirirt von 4 Uhr 20 Min. an ununterbrochen bis 7 Uhr 20 Min. (3 Stunden hindurch) durch 29 CC. Normalschwefelsäure. Beim Titriren ist NH_3 in derselben nicht nachweisbar. Nessler. Reag. lässt nur auf eine kaum beachtenswerthe Spur desselben schliessen.

Versuch V.

Einer grossen Katze werden Abends

um 9 Uhr 30 Min. 2 Dcgr. kohlen. Ammon. injicirt.

„ 9 „ 40 „ 2 „ „ „

„ 9 „ 55 „ 1 „ „ „

Darauf wird sie für die Zeit der Nacht losgebunden.

Am nächsten Tage exspirirt sie von 11 Uhr 15 Min. an (c. 14 Stunden nach der ersten Injection) durch 17 CC. Normalschwefelsäure bis 1 Uhr 15 Min. (2 Stunden). Beim Titriren entsprachen dieser Säuremenge 16,9 CC. Normalnatronlauge. Durch Nessler. Reag. kaum eine Spur NH_3 nachweisbar.

Nach einer kurzen Pause exspirirt sie im Laufe von $1\frac{1}{2}$ Stunden durch 15 CC. Normalsäure. Auch diese erweist sich fast vollständig NH_3 -frei.

Versuch VI.

Einer mittelgrossen Katze werden

um 3 Uhr 45 Min. 2 Dcgr. kohlen. Ammon. injicirt.

„ 3 „ 55 „ 2 „ „ „

„ 4 „ 0 „ 1 „ „ „

Darauf wird sie für die Zeit von 24 Stunden von ihren Fesseln befreit.

Nach Ablauf dieses Zeitraums exspirirt sie 2 Stunden hindurch durch 15 CC. Normalschwefelsäure. Durch Titriren und Nessler. Reag. NH_3 in letzterer nicht nachweisbar.

Versuch VII.

Einer grossen Katze werden in der Chloroformnarkose beide Nieren in der Lumbalgegend mit Schonung des Peritoneums blossgelegt, aus der Wunde hervorgezogen und durch Unterbindung aller am Hilus ein- und austretenden Organe vermittelt eines starken Fadens ausser Thätigkeit gesetzt. Hierauf werden ihr

um 12 Uhr 50 Min. 2 Dcgr. kohlen. Ammon. injicirt.

„ 12 „ 55 „ 2 „ „ „

„ 1 „ 0 „ 1 „ „ „

Nach einstündigem Exspiriren durch 20 CC. Normalschwefelsäure entsprechen beim Titriren denselben 19,8 CC. Normalnatronlauge. Trotzdem aber war durch Nessler's Reagens keine Spur von NH_3 in der angewandten Säure nachweisbar.

Die nachträgliche Section ergab, dass die Circulation in den Nieren vollständig unterdrückt gewesen.

Wenn wir die in vorliegenden Versuchen gewonnenen Resultate unter einander und mit den Ergebnissen der Untersuchungen *Schiffers* vergleichen, so können wir bei der fast vollständigen Uebereinstimmung derselben uns den sicheren Schluss gestatten, dass eine NH_3 ausscheidung durch die Lungen weder unter normalen Verhältnissen, noch nach Injection von Ammoniakalien ins Blut, selbst bei unterdrückter Nierenfunction, stattfindet. Die geringen NH_3 spuren, die durch das Nessler'sche Reagens in einzelnen Fällen in der angewandten Säure nachgewiesen wurden, entstammten gewiss einer anderen Quelle als der Lunge. Nach längerer Respiration des Versuchsthiers durch die Trachealcanüle zeigten sich in derselben einzelne, schwach blutig gefärbte, etwas schaumige Schleimklümpchen, die durch die Respirationsluft hin- und hergeschleudert wurden. Ihre Entstehung verdankten sie gewiss dem intensiven Reiz, welchen die Canüle auf die Trachealschleimhaut ausübte. Dass dieselben einer schwachen Zersetzung unterlagen und dabei Spuren von NH_3 entwickelten, ist insofern nicht unwahrscheinlich, als in der Mundhöhle oft eine beträchtliche NH_3 production aus ähnlichen Stoffen stattfindet. Doch stellen wir auch die Entscheidung dieser Frage dahin, so sind die NH_3 mengen immerhin so verschwindend geringe, dass wir sie aus praktischen Gründen gleich Null setzen können.

Nach diesen negativen Befunden bei der Untersuchung der Expirationsluft tritt nun die Frage in den Vordergrund, was wohl die weiteren Schicksale des in das Blut gebrachten kohlensauren Ammoniaks sein mögen.

Von verschiedenen Autoren (*Lohrer*¹²⁾, *Rabuteau*¹³⁾ ist die Behauptung aufgestellt worden, dass der grösste Theil desselben im Harn sich wiederfinden liesse.

Da die Möglichkeit der Ausscheidung desselben auf diesem Wege bei erhaltenen Nieren sich nicht in Abrede stellen lässt, so versuchte ich anfangs zunächst den Harn der jedesmaligen Versuchsthiere sowie normalen Katzen- und Hundeharn auf seinen NH_3 gehalt hin quantitativ zu untersuchen. Ich bediente mich dazu der *Schlösing'schen* Methode. Jedoch glaube ich den dabei gefundenen Resultaten keinen positiven wissenschaftlichen Werth beimessen zu können, und will daher von ihrer Veröffentlichung abstehehen.

Dass durch Kalkmilch nur das Ammoniak aus den Ammoniaksalzen des Harns ausgetrieben werde, ohne dass im Lauf von 24 bis 48 Stnnden anderweitige Zersetzungen in demselben zu Stande kämen, schien mir a priori zweifelhaft. — Im Harn existiren ausser den sicher nachgewiesenen gewiss noch manche unbekannte Extractivstoffe; und dass sie alle dem Zerfall in einfachere Verbindungen während der ersten Zeit widerständen, ist durchaus noch nicht bewiesen.

Versuche, die ich mit frischem Hundeharn angestellt, schienen meine Bedenken zu rechtfertigen. Ich hatte zu wiederholten Malen bestimmte Quanta desselben mit Kalkmilch versetzt und mit titrirter Schwefelsäure unter die Glasglocke gestellt. Sobald ich letztere nach 24 Stunden

¹²⁾ Ueber den Uebergang der Ammoniaksalze in den Harn. Diss. Dorpat 1862.

¹³⁾ Jahresbericht von *Virchow* u. *Hirsch*. 1871. pag. 304.

abhob, so entströmte derselben ein Gas von unangenehm stechendem, entfernt an Heringslake erinnerndem Geruch, welches Curcumapapier in kurzer Zeit bräunte. Dass bei der hier stattgefundenen Zersetzung sich ausser diesem vielleicht aus Trimethylamin bestehendem Gase nebenbei auch Ammoniak entwickelt haben kann, lässt sich nicht strict zurückweisen.

Die auffallende Thatsache, dass das kohlen saure Ammoniak selbst bei eliminirter Nierenfunction nicht durch die Lungen ausgeschieden wird, lässt ferner an die Möglichkeit denken, dass es als solches im Blut entweder zurückgehalten werde, oder dass es in demselben eine Umsetzung erleide, um dann vielleicht in der einen oder anderen Form, sei es durch die Haut oder auf einem anderen Wege den Körper zu verlassen.

Um der endlichen Entscheidung dieser Frage um einen Schritt näher zu rücken, schien mir vor allen Dingen die Untersuchung geboten, ob das ins Blut injicirte Ammoniak sich nachträglich in demselben wiederfinden lässt oder nicht.

II.

Ueber das Verhalten und den Nachweis von Ammoniak im Blut.

Den Ammoniakgehalt des Bluts zu bestimmen, theils unter physiologischen, theils pathologischen Körperverhältnissen, ist der Zweck einer grossen Reihe experimenteller Forschungen gewesen, und hauptsächlich war es das reiche klinische Interesse dieser Frage, welches einen neuen Versuch zur Lösung derselben immer wieder angeregt hat. Dass die Literatur auf diesem Gebiete eine recht reichhaltige ist, weist uns schon darauf hin, dass bei diesen Untersuchungen sich vielfache störende Momente geltend machen und ein grosser Theil der gewonnenen Resultate mannigfach unter dem Einfluss derselben zu leiden gehabt hat. Wir finden auch hier, wie in der Literatur über die Ausscheidung von NH_3 durch die Expirationsluft, theils mehr oder weniger übereinstimmende, theils contrastirende Anschauungen bei den einzelnen Autoren.

Es würde zu weit führen, wenn ich alle hierüber gemachte Angaben reproduciren wollte. Eine ziemlich vollständige Aufzählung derselben findet sich in der Arbeit von *Thiry*¹⁴⁾ über den Ammoniakgehalt des Harns,

¹⁴⁾ Zeitschr. für rat. Med. Band XVII. pag. 166.

des Blutes und der Respirationsluft. Ich will mich nur darauf beschränken, den von *Kühne* und *Strauch*¹⁵⁾ zur Erreichung vorliegenden Zwecks eingeschlagenen Weg in Kurzem zu schildern, da ich mich bei meinen Untersuchungen derselben Methode, in Ermangelung einer neueren und besseren, bedienen musste. Sie liessen das zu untersuchende Blut direct in einen Ballon fliessen, der vorher mit Wasserstoffgas gefüllt und stets von demselben durchströmt wurde. Nachdem das Blut durch Schütteln des Ballons, in welchen vorher Glasstäbe hineingebracht, defibrinirt war, wurde der Ballon im Wasserbade langsam erwärmt. Das durch das Blut getriebene Wasserstoffgas gelangte schliesslich in ein Gefäss, welches Nessler's Reagens enthielt. So lange das Gas bei Zimmertemperatur des Bluts letzteres durchströmte, zeigte sich durchaus keine Reaction auf NH_3 im Reagens, ebenso wenig, wenn dasselbe auf 30 oder 40°C. erwärmt wurde. Sobald die Temperatur aber 30° überstieg, begann das Reagens sich dunkler zu färben. Bei 45° bemerkten sie eine schwache Opalescenz in demselben, die bei weiterem Erwärmen zunahm, und sich in eine starke Trübung verwandelte, sobald das Blut auf 70° erhitzt wurde. — Viel früher trat die Reaction auf, wenn sie zum Blut im Ballon durch ein Rohr eine verdünnte Lösung von kohlensaurem Ammoniak hinzufügten. Wenn sie z. B. 200 CC. Blut mit 2 CC. einer 0,01% Lösung desselben versetzten, so trübte sich das Reagens schon stark bei einer Erwärmung des Bluts auf 30—35° C. Selbst noch geringere Zusätze von kohlen-

¹⁵⁾ Med. Centralblatt. 1864. № 36 und 37.

saurem Ammoniak hätten bei 35° schon eine Trübung hervorgerufen. Nach dieser Methode untersuchten sie auch das Blut von urämischen Thieren, fanden aber in demselben keine Vermehrung des Ammoniaks.

Ähnliche Bestimmungen über den NH_3 gehalt des Blutes nach vorausgegangener Injection von Ammoniakalien ins Blut des lebenden Thiers sind dagegen nur von wenigen Experimentatoren angestellt worden. *Petroff*¹⁶⁾ fing das zu untersuchende Blut in einem Ballon auf, welcher vorher mit einer gewissen Menge Alcohol versehen war und destillirte es im Wasserbade. Das Destillat wurde durch Normalschwefelsäure geleitet, und durch Titriren bestimmte er aus demselben die Menge des „freien“ NH_3 . Der Rückstand wurde mit etwas verdünnter Natronlauge übergossen und dann von Neuem destillirt, und die Menge des „gebundenen“ NH_3 auf ähnliche Weise bestimmt.

Bei diesen eingreifenden Procedures jedoch ist es sehr möglich, dass ein Theil des gefundenen NH_3 der Zersetzung stickstoffhaltiger Körper seinen Ursprung verdankte.

*Rosenstein*¹⁷⁾ untersuchte das Blut eines nephrotomirten Kaninchens, dem er 5 Degr. kohlensaures Ammoniak ins Blut injicirt, nach der Methode von *Kühne* und *Strauch*, und fand, dass in demselben keine Vermehrung des NH_3 eingetreten war.

Zu meinen Untersuchungen, die sich fast nur auf das Blut von Katzen beschränkten, bediente ich mich zunächst des normalen Bluts. Hierauf kam solches zur Verwen-

¹⁶⁾ Zur Lehre von der Uraemie. *Virch. Arch.* Bd. XXV. pag. 91.

¹⁷⁾ *Virchow's Archiv.* Bd. LVI. pag. 389.

dung, dem ich, nachdem es den Körper verlassen, kohlen-saures Ammoniak zugefügt hatte. Für eine dritte Versuchsreihe endlich wurde den Katzen eine bestimmte Menge desselben Salzes in die Jugularvene injicirt (in zwei Fällen auch nach vorausgegangener Nephrotomie) und danach das Blut zur Bestimmung seines NH_3 gehalts aus der Carotis entnommen.

Der von mir benutzte Apparat war im Wesentlichen folgendermassen eingerichtet: In einem Glasballon, der ungefähr 1 Liter fasste, führten durch einen dreifach durchbohrten Guttaperchapfropfen zwei rechtwinklig gebogene Glasröhren hinein, von denen das eine den Boden des Gefässes fast berührte, das andere hoch oben mündete. In der dritten Oeffnung steckte ein Thermometer, das mit seiner Kugel gleichfalls fast den Boden des Ballons berührte. Das längere Glasrohr stand mit einem Apparat in Verbindung, in welchem aus Zink und Schwefelsäure Wasserstoffgas entwickelt wurde. Bevor letzteres Gas in den Ballon einströmen konnte, musste es durch eine Lösung von Argent. nitr. streichen, sodann durch ein Rohr, welches mit concentr. Schwefelsäure getränkte Glasperlen enthielt. Diese Vorlagen dienten dazu, dasselbe von etwa anhaftendem Arsen- und Antimonwasserstoff resp. von Wasserdämpfen zu befreien. Das durch das kürzere Glasrohr wiederum dem Ballon entweichende Wasserstoffgas musste schliesslich eine mit Nessler. Reag. gefüllte Vorlage durchströmen.

Nachdem man annehmen konnte, dass aus dem Ballon alle atmosphärische Luft ausgetrieben war, wurde das zuleitende sowie das ableitende Rohr, deren äussere En-

den in Guttaperchaschläuche übergingen, durch Quetschhähne verschlossen und dann der Ballon aus seiner Verbindung mit dem Wasserstoffapparat gelöst. Die kürzere von den beiden Röhren wurde nun luftdicht mit der Canüle vereinigt, die in die Carotis des Versuchsthiers gebunden war. Nach Eröffnung der Klemmpincette, welche die Arterie verschlossen gehalten hatte, und der beiden Quetschhähne strömte das Blut in den Ballon und wurde sofort durch Schütteln mit Glasstäben, die vorher in denselben gebracht worden waren, defibrinirt. Es gelang mir auf diese Weise nur c. 50—100 CC. Blut von der Katze zu erhalten, da sehr bald eine Gerinnung in der in die Carotis eingebundenen Canüle eintrat. Sobald das Blut zu fließen aufgehört hatte, wurden die Röhren zunächst verschlossen, bis der Ballon wieder mit den übrigen Theilen des Apparats in Verbindung gesetzt war. Bei den Versuchen, wo das kohlenaure Ammoniak dem normalen Blute nachträglich zugeführt werden sollte, wurde dasselbe in gelöster Form durch das längere Glasrohr, welches ins Blut hinabreichte, in dieses hineingebracht. Später änderte ich dieses Verfahren dahin ab, dass ich dasselbe durch ein drittes Glasrohr, welches gleichfalls fast den Boden des Ballons berührte, ins Blut hineinfließen liess. Der Ballon wurde nun, während das Wasserstoffgas das Blut und das Reagens durchströmte, in einem Wasserbade allmählig erwärmt und die Temperatur in demselben durch zeitweilige Fortnahme der Spirituslampe unter dem Wasserbade allmählig gesteigert. Die Stärke der Wasserstoffentwicklung war annähernd eine derartige, dass etwa zwei

Gasblasen in der Secunde durchs Blut und das Reagens getrieben wurden.

Versuchsprotokolle.

Versuch VIII.

Einer mittelgrossen Katze, welcher kein kohlensaures Ammon. ins Blut injicirt ist, werden 60 CC. Blut entnommen und bald darauf von 4 Uhr 55 Min. an erwärmt.

Zeitpunkt der Beobachtung.	Temp.	Beobachtungen.
5 U. 25 M.	50°	Das Nessler'sche Reag. hat sich bis hierzu gar nicht verändert.
5 " 30 "	60	Sehr schwache Trübung desselben.
5 " 45 "	70	Nach eingetretener Gerinnung des Bluteiweisses deutliche Trübung.
5 " 50 "	75	Starke Opalisation. Das Reagens nur schwach durchscheinend.
Bei weiterem Erhitzen bis zum Sieden des Wassers im Wasserbade nimmt die Trübung im Reag. stark zu, und senkt sich ein braungelber Niederschlag zu Boden.		

Versuch IX.

60 CC. Blut werden einer mittelgrossen Katze entnommen und von 12 Uhr 25 Min. an erwärmt.

Zeitpunkt der Beobachtung.	Temp.	Beobachtungen.
12 U. 37 M.	51°	Am Nessler. Reag. noch keine Veränderung.
12 " 43 "	60	Desgleichen. (Das Erwärmen wird zeitweilig unterbrochen.)
12 " 45 "	61	Am unteren Ende des Glasrohrs, welches ins Nessler. Reag. taucht, hat sich ein schwacher, gelblicher, ringförmiger Beschlag gebildet.

Zeitpunkt der Beobachtung.	Temp.	Beobachtungen.
12 U. 52 M.	50°	Das Reagens erscheint, wenn frisches daneben gehalten wird, etwas trübe. (Die Temp. wird von Neuem gesteigert, nachdem das Nessler. Reag. durch frisches ersetzt.)
1 „ 5 „	58	Schwache Trübung und Andeutung eines Ringes am Glasrohr.
1 „ 12 „	63	Das Reagens opalisirt schwach.
1 „ 18 „	64	Die Trübung hat etwas zugenommen. (Das Reagens wird erneuert.)
1 „ 21 „	65	Das Bluteiweiss ist geronnen. Am Glasrohr ein schwacher Ring.
1 „ 23 „	68	Deutliche Opalisation. Bei weiterem Erwärmen trübt sich das Reagens schnell.

Versuch X.

120 CC. frisches Ochsenblut werden von 3 Uhr 17 Min. an erwärmt.

Zeitpunkt der Beobachtung.	Temp.	Beobachtungen.
3 U. 32 M.	40°	Keine Aenderung am Reagens.
3 „ 52 „	55	Desgleichen.
3 „ 56 „	65	Schwache Opalisation. Das Bluteiweiss beginnt bald darauf zu gerinnen. Das Reagens wird während einer Pause im Erwärmen etwas trüber.
4 „ 15 „	70	Starke Trübung. Das Reag. durchscheinend.
4 „ 30 „	81	Das Reagens stark milchig getrübt und undurchsichtig.
4 „ 55 „	90	Die Trübung spielt ins Bräunliche. Nach Unterbrechung des Versuchs senkt sich ein starker Niederschlag zu Boden.

Versuch XI.

60 CC. Blut werden einer mittelgrossen Katze um 11 Uhr 10 Min. entnommen, mit 2 Dcgr. kohlensaurem Ammon. versetzt und von 11 Uhr 20 Min. an erwärmt.

Zeitpunkt der Beobachtung.	Temp.	Beobachtungen.
11 U. 29 M.	35°	Am Nessler. Reag. keine Veränderung.
11 „ 35 „	40	Am Glasrohre tritt ein Ring auf, der schnell an Intensität zunimmt.
11 „ 36 „	41	Der Ring ist undurchsichtig geworden. Das Reagens schwach getrübt.
11 „ 40 „	47	Ring tief dunkelbraun. Flüssigkeit stark gelblich getrübt, schwach durchscheinend.
11 „ 42 „	51	Die Trübung des Reag. wird bräunlich.
11 „ 45 „	56	Starker Niederschlag.
11 „ 47 „	60	Der Niederschlag nimmt zu und färbt sich dunkler.

Versuch XII.

65 CC. Blut, um 12 Uhr 23 Min. einer grossen Katze entnommen, werden 5 Minuten darauf mit 5 Centigramm kohlens. Ammon. versetzt und von 12 Uhr 30 Min. an erwärmt.

Zeitpunkt der Beobachtung.	Temp.	Beobachtungen.
12 U. 38 M.	46°	Am Glasrohr schwache Andeutung eines Ringes.
12 „ 40 „	50	Ring schwach-hellbraun, durchsichtig. (Die Temp. wird einige Zeit auf c. 50° erhalten.)
12 „ 46 „	50	Die Färbung des Ringes intensiver.
12 „ 55 „	55	Am Reag. noch keine Trübung bemerkbar.
1 „ 0 „	60	Das Reag. erscheint sehr schwach getrübt, doch nur beim Vergleich mit frischem.
1 „ 3 „	66	Deutl., aber schwache Opalisation. Der Ring noch durchsichtig.

Zeitpunkt der Beobachtung.	Temp.	Beobachtungen.
1 U. 7 M.	66°	Das Bluteiweiss coagulirt.
1 „ 15 „	70	Das Reag. stark gelblich opalisirend. Ring dunkelbraun, kaum durchscheinend.

Versuch XIII.

Einer grossen Katze werden c. 60 CC. Blut entnommen und einige Minuten darauf mit 2 Dcgr. kohlen. Ammon. durch ein apartes Rohr versetzt. Um 1 Uhr 7 Min. begann die Erwärmung.

Zeitpunkt der Beobachtung.	Temp.	Beobachtungen.
1 U. 15 M.	35°	Am Reag. keine Veränderungen.
1 „ 21 „	44	Schwache Andeutung eines Ringes.
1 „ 24 „	50	Hellgelbbrauner, nach oben zu sich scharf absetzender Ring. (Die Temp. wird einige Zeit auf dieser Höhe erhalten.)
1 „ 31 „	48	Am Reag. eine Trübung kaum bemerkbar.
1 „ 36 „	58	Reagens schwach opalisirend.
1 „ 40 „	65	Deutliche Opalisation.
1 „ 42 „	68	Das Bluteiweiss coagulirt.
1 „ 47 „	80	Das Reag. stark gelbweisslich getrübt, undurchsichtig.

Versuch XIV.

70 CC. Blut, einer grossen Katze entnommen, werden um 2 Uhr 56 Min. mit 1 Decgr. kohlen. Ammon. versetzt und von 3 Uhr an erwärmt. Da dieses Mal die Menge des aus dem Blut ausgetriebenen NH_3 quantitativ bestimmt werden sollte, so wurde statt des Nessler. Reag. Normalschwefelsäure angewandt. Von letzterer wurden 10 CC. in ein Kugelrohr gefüllt, durch welches das NH_3 -haltige H-Gas seinen Weg nehmen musste. Die Tempe-

ratur wurde zunächst im Zeitraum von 3 Uhr bis 3 Uhr 25 Minuten nur bis auf 50° gesteigert und in dieser Höhe mehrere Minuten erhalten. Nachdem die 10 CC. Normal-säure durch neue 10 CC. ersetzt, wurde in den nächsten 25 Minuten das Blut einer Temperatur von 50 bis 60° ausgesetzt. Von 3 Uhr 50 Min. an, wo die Probeflüssig-keit wieder erneuert, wird das Blut noch weiter erwärmt. Die Dauer dieser Beobachtungszeit, in welcher die Tem-peratur bis auf 70° gestiegen war, betrug 15 Min.

Beim Titriren entsprachen den beiden ersten Portio-nen 9,9 CC. Normalnatronlauge. Nessler's Reag. rief in Proben derselben nur eine schwache Reaction hervor. Es trat eine hellbraune Färbung auf, ohne dass eine deut-liche Trübung sich entwickelte. — Der letzten Portion entsprachen 9,8 CC. Normalnatronlauge. Die Reaction bei Anwendung von Nessler's Reag. war hier etwas in-tensiver.

Versuch XV.

Einer grossen Katze werden um 11 Uhr 30 Min. 3 Dcgr. kohlen. Ammon. in's Blut injicirt. Um 11 Uhr 50 Min. werden c. 70 CC. Blut aus der Carotis aufge-fangen und von 11 Uhr 54 Min. an erwärmt.

Zeitpunkt der Beobachtung.	Temp.	Beobachtungen.
12 U. 5 M.	45°	Keine Aenderung am Reagens. (Die Tem-peratur wird 15 Min. hindurch auf der Höhe von c. 40° erhalten.)
12 „ 20 „	42	Noch keine Aenderung. Einiger Störungen halber muss der Versuch auf $\frac{3}{4}$ Stunden unterbrochen werden. Das inzwischen erkaltete Blut wird dar-nach im Laufe von 20 Min. ununterbro-

Zeitpunkt der Beobachtung.	Temp.	Beobachtungen.
		chen erwärmt, bis es um 1 Uhr 40 Min. eine Temperatur von 60° erhalten. Das zum Versuch verwandte Nessler. Reag. erscheint, wenn frisches nebenbei gehalten wird, um eine Spur trüber.
1 „ 45 „	85	Deutliche Trübung.
1 „ 52 „	90	Zunahme derselben.

Versuch XVI.

Einer grossen Katze werden um 12 Uhr, um 12 Uhr 5 Min. und um 12 Uhr 20 Min. je 2 Dcgr., im Ganzen 6 Dcgr. kohlen. Ammon. injicirt. Um 2 Uhr 40 Min., also 2 Stunden 40 Min. nach der ersten Injection, werden derselben 105 CC. Blut entnommen und alsbald erwärmt.

Zeitpunkt der Beobachtung.	Temp.	Beobachtungen.
3 U. 0 M.	44°	Weder am Glasrohr, noch am Reag. eine Trübung.
3 „ 20 „	68	Das Bluteiweiss gerinnt. Doch tritt noch keine Veränderung auf.
3 „ 22 „	72	Schwache Opalisation.
3 „ 25 „	80	Reagens weiss-gelblich getrübt.

Versuch XVII.

Einer mittelgrossen Katze werden im Zeitraum von 11 Uhr 25 Min. bis 11 Uhr 48 Min. 5 Dcgr. kohlen-saures Ammon. injicirt. Um 12 Uhr 55 Min. werden derselben 55 CC. Blut entnommen und von 1 Uhr 7 Min. an erwärmt.

Zeitpunkt der Beobachtung.	Temp.	Beobachtungen.
1 U. 18 M.	45°	Keine Veränderung am Reag.
2 „ 15 „	65	Desgleichen.

Zeitpunkt der Beobachtung.	Temp.	Beobachtungen.
2 U. 16 M.	66°	Das Bluteiweiss gerinnt.
2 „ 20 „	74	Schwache Andeutung eines Ringes am Glasrohr. (Erwärmung zeitweilig unterbrochen.)
2 „ 25 „	70	Das Reagens schwach getrübt.
2 „ 32 „	90	Deutliche Trübung. Das Reagens noch durchscheinend.

Versuch XVIII.

Einer grossen Katze werden um 12 Uhr 40 Min. 3 Dcgr. kohlens. Ammon. injicirt. 20 Secunden darauf werden 70 CC. Blut aufgefangen und von 12 Uhr 45 Min. an erwärmt.

Zeitpunkt der Beobachtung.	Temp.	Beobachtungen.
12 U. 49 M.	40°	Am Reagens keine Veränderung.
1 „ 25 „	60	Weder ein Ring noch eine Trübung bemerkbar.
1 „ 27 „	65	Das Bluteiweiss beginnt zu gerinnen. Es zeigt sich eine schwache Andeutung von einem Ringe.
1 „ 29 „	70	Ring deutlich. Reagens schwach milchig getrübt.
1 „ 32 „	80	Trübung deutlich.

Versuch XIX.

Einer grossen nephrotomirten Katze, der zwischen 12 Uhr 50 Min. und 1 Uhr 5 Dcgr. kohlens. Ammon. injicirt worden, wurden um 2 Uhr c. 100 CC. Blut entnommen und von 2 Uhr 3 Min. an erwärmt.

Zeitpunkt der Beobachtung.	Temp.	Beobachtungen.
2 U. 17 M.	50°	Am Reag. keine Veränderung bemerkbar.
2 „ 45 „	65	Das Bluteiweiss beginnt zu gerinnen. Andeutung eines Ringes am Glasrohr.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
2 „ 46 „	68		Leichte Opalisation des Reagens.
3 „ 0 „	83		Das Reagens gelblich getrübt. Der Ring dunkelbräunlich, nach oben zu scharf ab- geschnitten.

Versuch XX.

Einer mittelgrossen nephrotomirten Katze werden 5 Degr. kohlen. Ammon. allmählig ins Blut injicirt. Um 1 Uhr 25 Min. (40 Min. nach der letzten Injection) werden derselben 55 CC. Blut entnommen und von 1 Uhr 35 Min. an erwärmt.

Zeitpunkt der Beobachtung.	Temp.	Beobachtungen.
1 U. 46 M.	52°	Am Reagens keine Veränderung.
2 „ 10 „	67	Das Bluteiweiss coagulirt. Das Reagens noch unverändert.
2 „ 11 „	68	Am Glasrohr eine sehr helle ringförmige Trübung (das Erwärmen wird zeitwei- lig unterbrochen).
2 „ 18 „	60	Ring deutlich. Das Reag. opalisirt schwach.
2 „ 30 „	80	Gelbbraune Trübung. Das Reagens schwach durchscheinend.

Die Durchmusterung der durch die vorigen Versuche gewonnenen Resultate ergibt, dass in allen Fällen ein Nachweis von NH_3 , das dem Blut entwichen, möglich war. Die beobachteten Differenzen sind nur quantitative.

Während bei normalem Blut die erste Reaction auf NH_3 bei einer Temp. von etwa 60—65°C. auftritt (Vers. VIII, IX, X), gewahren wir bei Untersuchung von Blut, dem nachträglich kohlen. Ammon. zugeführt, diese ersten

Anzeichen schon bei einer Erwärmung auf $40-45^{\circ}$ (Vers. XI, XII, XIII). War jedoch dasselbe der Katze ins circulirende Blut injicirt worden, so trat die Reaction meist sehr spät auf, gewöhnlich nach eingetretener Gerinnung des Bluteiweisses bei $65-68^{\circ}$ (Vers. XV, XVI, XVII, XVIII). Letzteres Resultat gaben auch die beiden Versuche (XIX, XX), wo der Injection die Nephrotomie vorausgeschickt war.

Wie viel nun von dem nachgewiesenen NH_3 dem im Blut etwa präexistirenden oder künstlich zugeführten entstammt sein mochte oder aber in der Zersetzung stickstoffhaltiger Körper seine Quelle hatte, ist eine schwer zu entscheidende Frage. Dass Eiweisskörper, die durch Erhitzen geronnen, bei weiterem Erwärmen eine theilweise Zersetzung eingehen, lässt sich nicht leugnen. Wir haben nun bei allen unseren Versuchen gefunden, dass nach Erwärmen des Bluts auf c. 68° , wo das Eiweiss desselben coagulirte, die Ausscheidung des NH_3 verhältnissmässig beträchtlich zunahm, resp. erst begann. Es wird höchstwahrscheinlich ein nicht kleiner Theil desselben einem hierbei auftretenden Zersetzungsprocess seinen Ursprung verdankt haben.

Ob aber eine derartige Zersetzung stickstoffhaltiger Körper schon bei niedrigeren Temperaturen des Bluts stattgefunden, möchte ich, obgleich die Möglichkeit derselben a priori sich nicht strict absprechen lässt, dennoch verneinen. Denn während bei den Versuchen VIII—XIII bei Temperaturen unter 68° eine Reaction auf NH_3 schon eintrat, blieb sie unter denselben Verhältnissen in den Versuchen XV—XX aus. Gesetzt den Fall nun, dass in

ersteren vor der Gerinnung des Bluteiweisses eine Zersetzung schon aufgetreten, so liegt kein Grund vor, weshalb bei letzteren unter denselben Temperaturverhältnissen ein derartiger Process ausfiel.

Um die Quantität des NH_3 zu bestimmen, welches sich durch das angewandte Verfahren aus dem Blut austreiben lässt, habe ich nur einen Versuch angestellt (XIV). Hier wurde zu 70 CC. Blut 1 Dcgr. kohlensaures Ammoniak (enthaltend c. 28 Mgr. reines NH_3) zugefügt.

Nach den Ergebnissen des Titirens zu urtheilen, konnten 0,4 CC. Normalschwefelsäure an NH_3 gebunden sein, dessen Menge hiernach auf 6,8 Mgr. sich berechnen liess. Es wäre dies etwa der 4. Theil des injicirten Quantum reinen Ammoniaks, wenn nicht die Zersetzung des Bluteiweisses, die bei der Erhitzung des Bluts auf 70° wohl kaum ausgeblieben sein wird, auch einen gewissen Antheil zuletztgenannter Menge geliefert hätte. — Wenngleich aber auch diese Zahlenangabe aus ebengenannten Gründen die Frage unbeantwortet lassen muss, wie viel von dem nachgewiesenen Ammoniak dem vorher zugefügten entstammte, so können wir doch wenigstens aus diesem Resultat den Schluss ziehen, dass durch das Verfahren von *Kühne* und *Strauch* sich nur geringe Ammoniakmengen aus dem Blute austreiben lassen.

Eine ähnliche quantitative Bestimmung an normalem Blut, oder an Blut anzustellen, dem ich, während es in den Gefässen circulirte, kohlensaures Ammoniak zugeführt, habe ich unterlassen zu können geglaubt, da das in den Versuchen VIII—X und XV—XX angewandte Nessler. Reag. vor dem Eintritt der Eiweissgerinnung eine höchst schwache,

resp. gar keine Reaction auf NH_3 wahrnehmen liess. Die NH_3 mengen, die aus normalem Blut, so lange es noch flüssig war, ausgetrieben wurden, waren, nach Vorigem zu urtheilen, gewiss so geringe, dass sie sich einer quantitativen Bestimmung entzogen hätten.

Welche Veränderungen das kohlensaure Ammoniak nach seiner Injection ins Blut eingeht, darüber können wir uns zunächst nur Vermuthungen hingeben.

Rosenstein ist der Ansicht, dass es sich hier wahrscheinlich um Verwandlung derselben in Nitrate handle. Nach *Schultzen*¹⁸⁾ dagegen könnte das Ammoniak im Blut sich mit der Carbaminsäure, welche nach ihm als Spaltungsproduct der Eiweisskörper in letzterem auftritt, unter Austritt von Wasser zu Harnstoff vereinigen. — Die Ansicht einiger Autoren, dass der grösste Theil des den Thieren zugeführten Ammoniaks im Harn sich wiederfände, lässt ausserdem die Möglichkeit zu, dass das kohlensaure Ammoniak im Blut sich in eine andere, weniger oder gar nicht flüchtige Ammoniak-Verbindung verwandelt, als welche sie schliesslich in den Nieren zur Ausscheidung gelangt.

Die geringen Ammoniakmengen, die sich in demjenigen Blute nachweisen liessen, welchem nachträglich kohlensaures Ammoniak zugeführt wurde, machen es selbst für diesen Fall, wo die Eigenschaften und Fähigkeiten des ersteren mannigfach geändert sind, einigermaßen wahrscheinlich, dass eine Umwandlung des zugeführten

¹⁸⁾ Die Entstehung des Harnstoffes im Thierkörper. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. 1872. pag. 578.

Carbonats, wenn auch nur eines Theiles desselben, stattfindet.

Auffallend bleibt schliesslich die Thatsache, dass aus normalem Blut schon bei c. 60° sich freies Ammoniak zu verflüchtigen beginnt, während dasjenige Blut, dem während seiner Circulation das kohlensaure Salz zugefügt wird, erst nach Gerinnung seiner Eiweisskörper Ammoniak abgiebt. Wodurch dieses Verhalten bedingt sein möge, dafür scheint bei dem augenblicklichen Stand der Dinge sich keine plausible Erklärung abgeben zu lassen.

III.

Ueber die physiologische Wirkung einiger Ammoniaksalze auf die Circulationsorgane.

Ueber die physiologische Wirkung der Ammoniaksalze auf den thierischen Organismus finden sich in der Literatur ziemlich reichlich Angaben zerstreut; trotzdem scheinen auf diesem Gebiet bisher noch keine eingehende Forschungen angestellt zu sein.

Man beschränkte sich bisher darauf, einem ungefesselten Thiere Ammoniak in's Blut oder in den Magen zu bringen und beobachtete die darauf eintretenden Allgemeinerscheinungen. Die Notizen beziehen sich daher fast nur auf Reactionen von Seiten der Musculatur, des Nervensystems und des Digestionsapparats. Hin und wieder ist auch die Puls- und Respirationsfrequenz berücksichtigt worden. Ueber den Einfluss des NH_3 auf den Blutdruck scheint bisher nur *Blake*¹⁹⁾, dessen Arbeit mir leider nicht zugänglich war, Beobachtungen angestellt zu haben. Er constatirte eine Steigerung desselben, wenn er Thieren NH_3 zugeführt hatte.

Durch äussere Umstände verhindert, die Frage über

¹⁹⁾ Edinb. med. Journ. Bd. LVI. Heft I. 1841.

die physiologische Wirkung der Ammoniaksalze nach allen Richtungen hin experimentell zu erörtern, wandte ich mich zu Untersuchungen über den Einfluss derselben auf die Circulation und Respiration, da diese beiden Vorgänge bei einschlägigen Versuchen nur beiläufig beachtet zu sein scheinen. Die Leichtigkeit ausserdem, mit welcher durch graphische Darstellung selbst von geringfügigen Veränderungen an denselben ein sehr anschauliches, bleibendes Bild sich gewinnen lässt, liess derartige Untersuchungen als ganz besonders dankbar erscheinen.

Um den Einfluss der Ammoniakalien auf den Blutdruck und die Pulsfrequenz zur Veranschaulichung zu bringen, wurde das *Ludwig'sche* Kymographion neuerer Construction verwandt. Das Quecksilbermanometer desselben war mit der Carotis der Versuchsthiere (Katzen, Hunde) in Verbindung gesetzt, und ein Schreibapparat am ersteren zeichnete jede Schwankung der Quecksilbersäule auf eine sich abwickelnde endlose Papierrolle, deren Bewegungs-Geschwindigkeit für je 2 Secunden durch ein Metronom vermerkt wurde. Zu den Injectionen, die stets in die V. jugular. ext. angestellt wurden, benutzte ich 10% Lösungen von kohlensaurem und schwefelsaurem Ammoniak und Chlorammonium.

Bei Katzen, an denen ausser dem Fesseln und den unumgänglichen Verwundungen kein weiterer Eingriff gemacht war, gestalteten sich Blutdruck und Puls nach Injection von kohlensaurem Ammoniak folgendermassen (cf. Vers. XXI):

Waren kleine Dosen (1—2 Dcgr.) injicirt, so trat sehr bald darauf stets ein plötzliches, sehr steiles Sinken

des Drucks auf (um 50—70 Mm. etwa), welchem ein anfangs ebenso rasches, später mehr allmähliges Steigen folgte. Mit dem Sinken war stets eine beträchtliche Verlangsamung des Pulses verbunden, wobei jedoch die Puls- wellen um das 3- bis 6fache höher waren, als die normalen. Bei der darauf folgenden Drucksteigerung hingegen beschleunigte sich die Pulsation bedeutend unter starker Abnahme der Wellenhöhe. — Nachdem nach eingetretener Steigerung der Blutdruck die normale Höhe wieder erreicht oder ein wenig überschritten hatte, verblieb er, anfangs mannigfach wechselnd, im Mittel annähernd in derselben und sank dann allmählig um ein Geringes unter dieselbe herab. Der während der Drucksteigerung beschleunigte Puls nahm an Frequenz wieder etwas ab, zeigte aber in seiner Wellenhöhe vielfache Variationen. Diese Puls- und Druckschwankungen gleich nach eingetretener Steigerung fielen stets mit der bald nach der Injection auftretenden körperlichen Unruhe und der frequenten Respiration des Thiers zusammen und mochten dadurch bedingt sein.

Wurde zu stärkeren Dosen geschritten (3—5 Dcgr.), so trat auch hier unter Pulsverlangsamung anfangs ein Sinken des Drucks um 40—60 Mm. auf; die darauf folgende Steigerung aber erreichte unter Pulsbeschleunigung bei gleichzeitigen heftigen tonischen, später klonischen Krämpfen oft eine enorme Höhe. Aber auch hier zeigte sich bald ein bedeutender Nachlass dieser Erscheinungen, und 2—3 Minuten nach der Injection war der Blutdruck unter sein ursprüngliches Niveau gesunken. Während

der Puls dabei an Frequenz abnahm, nahm dagegen die Wellenhöhe desselben bedeutend zu.

Um den Einfluss des kohlensauren Ammoniaks auf den Blutdruck bei eliminirter Wirkung des Vagus auf die Herzcentra zu studiren, wurden in zwei anderen Versuchen (XXII, XXIII) nach einander beide Vagi durchschnitten. In Vers. XXII wurde der Durchschneidung eine Injection von 1 Dcgr. kohlens. Ammoniak vorausgeschickt. Der Blutdruck zeigte hiernach unter mannigfachen Schwankungen eine geringere Steigerung, welche einem längere Zeit anhaltenden Sinken unter die ursprüngliche Höhe Platz machte. Nachdem der rechte Vagus durchschnitten, wurden zwei Injectionen von je 1 Dcgr. gemacht. In beiden Fällen tritt anfangs ein Sinken des Drucks und hiernach ein etwas intensiveres Steigen desselben auf, doch verlangsamt sich die Pulsfrequenz während des ersteren nicht, während dieselbe bei der Drucksteigerung um ein Geriniges zunimmt. Nach Durchschneidung des zweiten Vagus und darauf folgenden Injectionen von 2 u. 4 Dcgr. kohlens. Ammon. gestaltet sich das Bild, einige quantitative Unterschiede in den Druckhöhen ausgenommen, ganz ebenso. Zu bemerken wäre noch, dass die Pulswellen, die nach beiderseitiger Vagus-Durchschneidung sehr klein geworden waren, bis zum Schluss des Versuchs sich weiter nicht änderten.

Im andern Versuch (XXIII) tritt nach der ersten Injection (vor Durchschneidung der Vagi) eine Verlangsamung des Pulses während des Sinkens ein, ebenso auch bei der zweiten Injection, die nach Durchschneidung des einen Vagus vorgenommen wurde. Nachdem auch der

andere Vagus durchschnitten und 4 Degr. injicirt waren, sank der Druck, ohne dass die Pulsfrequenz abnahm, stark, und blieb bis zum bald darauf eintretenden Tode des Thieres niedrig.

Da in bisherigen Versuchen die Drucksteigerung stets mit körperlicher Unruhe oder Muskelkrämpfen zusammenfiel, so war es zweifelhaft, ob erstere als die Folge einer directen Einwirkung des Ammoniak auf gewisse Centra aufzufassen war, oder nur secundär durch Muskelaction bedingt wurde.

Um jeden störenden Einfluss letzterer zu vermeiden, wurden einer Katze (Vers. XXIV) $2\frac{1}{2}$ CC. einer 1% Curarelösung injicirt, nach welcher Dosis keine Muskelzuckungen, selbst nach Reizung der Cornea, mehr auftraten.

Trotzdem nun, dass eine Vermehrung des Blutdrucks von dieser Seite her nicht mehr zu befürchten war, so stieg derselbe dennoch jedes Mal, mochten 1, 2 oder 4 Degr. kohlen. Ammon. injicirt worden sein, nach kurzem vorausgegangenen Sinken zu einer bedeutenden Höhe an, wie sie bei nicht curarisirter Katze nur im Krampfanfall beobachtet wurde. Auf dieser Höhe erhielt derselbe sich einige Zeit, begann dann allmählig zu sinken und war schliesslich 1—2 Minuten nach der Injection unter sein ursprüngliches Niveau gefallen. Der Puls behielt im kurzen Stadium des Sinkens seine vorherige Frequenz; dieselbe steigerte sich aber, sobald der Blutdruck zunahm, und nahm hernach wieder allmählig ab. Plötzliche Schwankungen im Druck oder Ungleichmässigkeit der Pulswe-

len, wie wir sie bei nicht curarisirter Katze beobachteten, fehlten hier fast ganz.

Bemerkenswerth ist noch, dass, während kleine Dosen den Blutdruck zu Anfange des Versuchs heftig steigerten, dieselben späterhin nur einen geringen Effect hatten. Ja selbst eine Menge von 5 Dcgr. rief gegen Ende des Versuchs eine Steigerung nicht mehr hervor, sondern der Blutdruck sank continuirlich bis zum Tode.

Die Erklärung dafür haben wir wahrscheinlich in einer verringerten Reizbarkeit resp. Lähmung derjenigen Centra zu suchen, die vorher durch das Ammoniaksalz heftig gereizt, eine Steigerung des Blutdrucks hervorgerufen hatten. Wenn nervöse Apparate in eine starke Erregung versetzt sind, so folgt auf letztere bekanntlich ein Stadium der Ermüdung oder der herabgesetzten Reizbarkeit. Die Intervalle zwischen zwei Injectionen waren nun bei unseren Versuchen zu kurz, damit ein allmählicher Ausgleich des letzteren Zustandes zu Stande käme; das demnächst injicirte kohlens. Ammon. musste diejenigen Centra, deren Reizung die Drucksteigerung bewirkt hatte, in einem mehr oder weniger paretischen, resp. paralytischen Zustande vorfinden, so dass der Effect stetig geringer, schliesslich sogar negativ wurde.

Fast in derselben Weise wie das kohlensaure Ammoniak beeinflussen auch das schwefelsaure und das Salmiak Blutdruck und Puls der Katze (Vers. XXV, XXVI); und wenn überhaupt in der Wirkung nach dieser Richtung hin ein Unterschied sich constatiren lässt, so ist es nur ein quantitativer.

Am heftigsten wirkt von diesen drei Salzen vielleicht

das Salmiak. Schon nach Injection von 1 Dcgr. stieg der Druck zu einer Höhe an (290 Mm.), wie sie bei keinem anderen der von mir angestellten Versuche beobachtet wurde.

Obgleich auch das schwefelsaure Ammoniak schon nach kleinen Dosen eine relativ hohe Drucksteigerung bewirkt, so scheint dieses Salz doch leichter als die beiden anderen von der Katze ertragen zu werden. Denn während nach Injection von 5 Dcgr. Salmiak oder kohlen-s. Ammoniak die Versuchsthiere in mehreren Fällen sehr bald zu Grunde gingen, konnte ich einer Katze, die schon 3 Dcgr. schwefels. Ammon. erhalten, noch 0,5 u. 1 Gramm von demselben ins Blut injiciren, ohne dass ein letaler Ausgang sich der letzten Injection alsbald anschloss.

Beim Hunde zeigen Blutdruck und Puls ein dem vorhin beschriebenen sehr ähnliches Verhalten. 1, 2 und 3 Dcgr. Salmiak, die einem nicht curarisirten Hunde in die Jugularvene injicirt wurden (Vers. XXVII), bewirkten anfangs ein Sinken des Drucks um 50—60 Mm. und gleich darauf unter Schwankungen ein Ansteigen desselben zur ursprünglichen Höhe. War er dagegen vorher curarisirt, so liess sich in den meisten Fällen nach der Injection eine Drucksteigerung über das ursprüngliche Niveau hinaus nicht verkennen. (Vers. XXVIII, XXIX).

Was nun die Ursache dieser fast constant beobachteten Drucksteigerung betrifft, die, wie wir gesehen, nicht in Folge von Muskelactionen zu Stande kommt, so können wir folgende Möglichkeiten ihres Ursprungs ins Auge fassen:

Entweder handelt es sich um eine Reizung des va-

somotorischen Centrums in der Medulla oblongata, oder das Ammoniaksalz wirkt direct auf die motorischen Ganglien des Herzens ein.

Um diese Alternative zu entscheiden, wurde in zwei Versuchen (XXX und XXI) curarisirten Katzen zunächst das Halsmark zwischen Atlas und Hinterhaupt durchschnitten. In dem einen Falle war, wie es sich bei der Section herausstellte, die Durchschneidung keine vollständige gewesen, doch sprechen die in beiden Fällen nahezu übereinstimmenden Resultate dafür, dass hieraus kein störendes Moment für diesen Versuch erwachsen. Trotzdem nun, dass eine Communication zwischen den Endapparaten der vasomotorischen Nerven und dem zugehörigen Centrum in dem einen Falle wenigstens sicher nicht existirte, so entwickelte eine Steigerung des Blutdrucks nach schwachem, vorausgehendem Sinken sich stets, sobald eine Injection von Salmiak ins Blut stattgefunden hatte. Dabei beschleunigte sich meist der Puls, um in demselben Masse, als der Blutdruck zu seinem ursprünglichen sehr niedrigen Niveau zurücksank, an Frequenz wieder abzunehmen.

Es scheint hiernach keinem Zweifel zu unterliegen, dass die Steigerung des Blutdrucks unabhängig von einer Reizung, welche die Ammoniaksalze auf das vasomotorische Centrum in der Medulla oblongata ausüben, zu Stande kommt.

Dieser negative Befund drängt schon zur Annahme, dass die veränderte Herzthätigkeit in irgend welcher ursächlichen Beziehung zu der Blutdruckerhöhung stehen müsse. — Bei näherer Betrachtung der Erscheinungen, die von Seiten des Herzens nach stattgefundener Injection auftraten, fal-

len uns nun einige so constant sich wiederholende Momente ins Auge, dass wir nicht umhin können, dieselben zur Blutdrucksteigerung in Relation zu setzen. Die Herzcontractionen nehmen entweder während letzterer stark zu, oder der Puls lässt wenigstens in den Fällen, wo die Steigerung seiner Frequenz keine erhebliche war, aus der Zunahme seiner Wellenhöhe auf eine verstärkte Energie der Herzcontractionen schliessen. Letzteres liess sich in mehreren Fällen beim Auflegen der Hand auf den Thorax des Versuchsthiers deutlich durchfühlen.

Obgleich diese Beschleunigung und Verstärkung der Herzthätigkeit ausreichen dürfte, die Steigerung des Blutdrucks zu erklären, so lässt sich die Annahme doch nicht zurückweisen, dass hier nebenbei auch noch andere Momente sich geltend gemacht haben können, seien es Contractionen der Gefässmuskulatur in Folge des durch die Ammoniaksalze auf sie ausgeübten Reizes, oder vielleicht manche noch unbekannte nervöse Einflüsse, die von Centren des Rückenmarks ihren Ausgang nahmen.

Versuchsprotokolle.

Versuch XXI.

Grosse Katze. Tracheotomie. Injectionen einer 10% Lösung von kohlens. Ammon. Gleichzeitig entworfene Respirationcurve beschrieben in Versuch XXXIV.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
1' 1—20"	54	171	
21—40	56	176	

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
41—60"	66	159	
2' 1—20	54	161	2' 6". Inj. von 1 Dcgr. 4" nach Beginn ders. sinkt der Druck von 177 auf 128 Mm. inner- halb 1 1/2" und steigt dann in 5" auf 194 Mm. Starke Puls- verlang. während des Sin- kens und Beschleun. während des Steigens.
21—40	51	159	
41—60	46	172	
3' 1—20	44	184	
21—40	49	180	
41—60	53	172	3' 55". Inj. von 2 Dcgr. 4" nach Beginn ders. fängt der Druck von 174 Mm. zu sinken an und fällt innerh. 2" auf 104 Mm., steigt dann in 2" auf 154 Mm. Puls wie vorhin.
4' 1—20	55	139	
21—40	37	153	
41—60	35	156	
5' 1—20	37	151	
21—40	37	153	
41—60	37	156	
6' 1—20	38	157	
21—40	40	157	
41—60	43	139	6' 43". Inj. von 3 Dcgr. 4" nach Beginn ders. fängt der Druck von 168 Mm. zu sinken an und fällt innerhalb 4" auf 106 Mm., steigt dann bei heftigem Mus- kelkrampf in 23" auf 260 Mm. Puls wie vorhin.
7' 1—20	43	200	
21—40	67	202	
41—60	69	206	
8' 1—20	77	222	
21—40	85	210	
41—60	64	196	
9' 1—20	54	170	

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
9' 21—40"	47	159	
41—60	39	147	
10' 1—20	35	146	
21—40	36	143	
41—60	38	132	
11' 1—20	38	135	
21—40	38	129	
41—60	38	125	
12' 1—20	39	125	
21—40	37	122	
41—60		127	Pause von 6'.
19' 1—20	32	125	
21—40	31	122	
41—60	34	119	19' 43". 1 Degr. injicirt. Der Druck sinkt bald darauf innerhalb 5" von 146 auf 92 Mm. u. steigt bei gleichzeit. Krampf im Laufe von 19" auf 224 Mm.
20' 1—20	44	177	
21—40	56	201	
41—60	63	227	
21' 1—20	54	193	
21—40	40	161	
41—60	36	157	
22' 1—20	35	163	
21—40	35	159	
41—60	34	147	
23' 1—20	31	134	23' 14". 4 Degr. injicirt. Der Druck sinkt gar nicht, sondern steigt 5" nach Beginn der Inj. von 112 auf 227 Mm. innerh. 9". Dabei heftiger Krampf.
21—40	62	229	
41—60	c. 100	199	
24' 1—20	67	130	
21—40	68	139	
41—60	64	106	
25' 1—20	42	74	
21—40	21	54	
41—60	18	46	

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
26' 1—20"	16	42	
21—40	18	38	
41—60	16	35	
27' 1—20	15	29	Tod.

Versuch XXII.

Grosse Katze. Tracheotomie. Injectionen einer 10% Lösung von kohlen. Ammon. Vagusdurchschneidung beiderseits. Gleichzeitig entworfenene Respirationcurve beschrieben in Vers. XXXV.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
0' 1—20"	50	164	
21—40	51	166	
41—60	55	177	0' 51". 1 Degr. injicirt. Der Druck steigt discontinuirlich auf 190 Mm., erhält sich c. 20" annähernd in dieser Höhe u. sinkt dann allmählich auf 140 Mm. zurück.
1' 1—20	73	165	
21—40	62	143	
41—60	52	138	
		150	Pause von 3'.
5' 1—20	49	147	Vaguszerrung.
21—40	37	112	
41—60	51	148	Rechter Vagus durchschnitten.
6' 1—20	70	160	
21—40		162	
		164	Pause von 1'.
8' 1—20	61	161	8' 21". 1 Degr. injicirt. 8" nach Beginn d. Inj. fängt d. Druck von 170 Mm. an zu sinken, fällt innerhalb 5" auf 126 Mm., u. steigt dann im Laufe von
21—40	60	150	
41—60	57	164	

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
			9" auf 180 Mm. Keine Puls- verlangsamung während des Sinkens.
11' 1—20"	53	151	Pause von 2'.
21—40	57	140	11' 10". 1 Degr. injicirt. 10" nach
41—60		136	Beginn d. Inj. fängt d. Druck
		155	von 154 Mm. an zu sinken u. fällt innerh. 6" auf 106 Mm., steigt dann innerh. 6" auf 164 Mm. Puls wie vorhin.
		155	Pause von 1'.
13' 1—20	52	146	
21—40	55	149	Linker Vagus durchschnitten.
41—60	73	168	
14' 1—20	75	171	
21—40	74	168	
41—60	73	165	
15' 1—20	71	163	
		164	c. 20' Pause.
37' 1—20	71	171	37' 8". Inj. von 2 Degr. 10" nach
21—40	74	160	Beginn ders. fängt der Druck
41—60	78	185	von 182 Mm. an zu sinken, u. fällt innerh. 7" auf 122 Mm., steigt dann innerhalb 13" bei mässigem Krampf auf 196 Mm. Puls wie vorhin.
38' 1—20	77	175	
21—40	75	168	
		157	Pause von c. 5 Min.
44' 1—20	72	152	
21—40	71	156	44' 26". Inj. von 4 Degr. 11" nach
41—60	60	153	Beginn ders. fängt der Druck
			von 166 Mm. an zu sinken, u. fällt innerh. 10" auf 90 Mm., steigt dann bei heft. Krampf im Laufe von 18" auf 234 Mm. Puls wie oben.
45' 1—20	77	214	
21—40	74	184	

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
41—60"	72	166	
46' 1—20	69	160	
21—40	68	156	
41—60	66	162	
47' 1—20	70	151	
21—40	71	145	
41—60	70	147	
48' 1—20	75	154	
21—40	68	154	
41—60	70	146	
		140	Pause von 6'.
55' 1—20	73	110	
21—40	68	115	
41—60	70	127	
		123	Pause von 10'.
66' 1—20	—	104	
21—40	—	109	
41—60	c. 60	120	66' 44". Inj. von 4 Degr. Der Druck steigt innerh. d. näch- sten 10" auf 166 Mm. u. sinkt dann sehr rapid fast bis zur Nulllinie herab.

Da in der Trachealcanüle sich massenhaftes, schaumiges Secret angesammelt, wurde die Section gemacht.

In beiden Lungen bedeutendes Oedem und Hypostasen. Injection der Trachealschleimhaut. Im Herzen beiderseits feste dunkle Gerinnsel. Im Herzbeutel und in der Peritonealhöhle etwas klares Serum. Die Herzohren zeigen noch längere Zeit nach dem Tode Contractionsbewegungen.

Anmerkung. Ich glaube, dass das Lungenoedem in Folge von Embolien der Art. pulmonalis entstanden war. Das Material zu letzteren lieferte, wie es schien, der Stempel der Injectionsspritze, von welchem vielleicht durch die Ammoniak-

lösung massenhafte kleine Partikelchen abgelöst waren, die in der Flüssigkeit schwammen. Für die späteren Versuche wurde dieser störende Umstand durch geeignete Vorkehrungen vermieden.

Versuch XXIII.

Grosse Katze. Tracheotomie. Injectionen einer 10% Lösung von kohlen. Ammoniak. Beiderseitige Vagusdurchschneidung.

Gleichzeitig dargestellte Respirationscurve beschrieben in Versuch XXXVI.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
0' 1—20"	69	120	
21—40	68	121	
41—60	78	125	
1' 1—20	61	104	1' 7". Inj. von 1 Dcgr. Bald darauf sinkt der Druck von 128 auf 78 Mm. innerhalb 6" und steigt dann nur auf 104 Mm. Der Puls während des Sinkens stark verlangsamt.
21—40	60	89	
41—60	50	87	
2' 1—20	55	92	Pause von 4'.
		100	
		105	
6' 1—20	64	105	Durchschneidung des einen Vagus.
21—40	61	108	
41—60	61	104	
7' 1—20	69	120	Pause von 1'.
21—40	70	132	
		130	
9' 1—20	56	111	9' 8". Inj. von 1 Dcgr. Sehr bald darauf beginnt der Druck von 129 Mm. zu sinken, und fällt im Lauf von 8" auf 91 Mm., steigt dann in 20" nur auf 120 Mm. Puls wie vorhin.
21—40	70	101	
41—60	50	100	
10' 1—20	48	105	
21—40	49	114	

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
		110	Pause von 1'.
12' 1—20"	50	85	Periphere Vagusreizung,
21—40	53	112	
41—60	54	110	
13' 1—20	57	114	Durchschneidung des zweiten
21—40	69	127	Vagus.
41—60	67	132	
14' 1—20	67	130	
21—40	68	128	
41—60	67	128	
15' 1—20	67	130	
21—40		127	
		130	Pause von 2'.
18' 1—20	67	117	Periphere Vagusreizung bei 250
21—40		113	Mm. Rollenabstand. Der Druck
			sinkt von 142 auf 92 Mm.
		120	Pause von 1'.
20' 1—20	63	110	Periphere Vagusreizung bei 200
21—40		116	Mm. Rollenabstand. Der Druck
			sinkt von 126 auf 96 Mm.
		114	Pause von 1'.
22' 1—20	68	130	
21—40	65	131	
41—60	66	132	
		117	Pause von 10'.
33' 1—20	56	120	Centrale Vagusreizung.
21—40	66	136	
41—60	66	140	
34' 1—20	66	139	
21—40	65	137	
41—60	63	137	34' 46". Inj. von 4 Dcgr. 10" nach
			Beginn ders. sinkt der Druck
			von 142 mm. sehr rapid, ohne
			dass der Puls sich dabei ver-
			langsamt.

Bei der Section fanden sich weder Lungenodem, noch Injection der Bronchialschleimhaut, noch seröse Transsudate.

Versuch XXIV.

Grosse Katze. Curare. Künstliche Respiration. In-
jectionen einer 10% Lösung von kohlen. Ammoniak.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
0' 1—20"	?	138	
21—40	?	143	
41—60	95	142	
1' 1—20	95	131	1' 40". Inj. von 2 Dcgr. 6" nach
21—40	96	116	Beginn ders. fängt der Druck
41—60	98	139	von 160 Mm. an zu sinken
			und fällt innerhalb 9" auf 70
			Mm.; steigt dann im Lauf von
			23" auf 192 Mm.
2' 1—20	81	172	
21—40	84	151	
41—60	83	161	
3' 1—20	81	128	
21—40	80	114	
41—60	78	104	
4' 1—20	78	96	Wiederholte Inj. von Curare.
21—40	81	79	
41—60	81	69	
		75	Pause von 1'.
6' 1—20	86	87	
21—40	90	89	
41—60	90	90	Wiederholte Inj. von Curare.
7' 1—20	89	86	
21—40		70	
		74	Pause von 1'.
9' 1—20	85	75	9' 9". Inj. von 2 Dcgr. 8" nach
21—40	98	96	Beginn ders. fängt der Druck
41—60	90	163	von 94 Mm. an zu sinken und
			fällt innerhalb 7" auf 48 Mm.
			und steigt dann im Lauf von
			52" continuirlich auf 202 Mm.
10' 1—20	83	188	
21—40	82	193	
41—60	82	192	

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
11' 1—20"	80	182	
21—40	78	161	
41—60	78	147	
12' 1—20	77	137	
21—40	79	119	
41—60	80	116	
13' 1—20	83	117	13' 8". Inj. von 4 Degr. 10" nach Beginn ders. fängt der Druck von 135 Mm. an zu sinken, und fällt innerhalb 15" auf 56 Mm., und steigt dann in- nerhalb 21" auf 244 Mm.
21—40	88	105	
41—60	103	200	
14' 1—20	102	228	
21—40	100	226	
41—60	99	222	
15' 1—20	98	211	
21—40	96	191	
41—60	92	175	
16' 1—20	86	172	
21—40	81	163	
41—60	79	156	
17' 1—20	83	159	17' 52". Inj. von 1 Degr. 2" nach Beginn ders. fängt der Druck von 136 Mm. an zu steigen, und steigt innerh. 4" auf 181 Mm. um dann wieder schnell zu fallen.
21—40	94	166	
41—60	95	159	
18' 1—20	71	134	
21—40	68	115	
41—60	69	106	
19' 1—20	68	94	19' 6". Inj. von 5 Degr. Der Druck fällt bald darauf conti- nuirlich bis zum Tode.
21—40	24	46	
41—60	19	29	

Versuch XXV.

Mittelgrosse Katze. Curare. Künstliche Respiration.
Injectionen einer 10% Salmiaklösung.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
0' 1—20"	78	102	0' 37". Inj. von 1 Dcgr. 9" nach Beginn ders. fängt der Druck von 120 Mm. zu sinken an, u. fällt innerhalb 6" auf 90 Mm., steigt dann auf 290 Mm. im Laufe von 16".
21—40	79	104	
41—60	92	155	
1' 1—20	101	237	
21—40	92	232	
41—60	86	211	
2' 1—20	84	182	
21—40	82	161	
41—60	78	141	
3' 1—20	77	130	
21—40	76	114	
41—60	77	104	
		104	Pause von 1'.
5 1—20	85	113	Wiederholte Inj. von Curare.
21—40	79	91	
41—60	73	88	
6' 1—20	78	73	6' 0". Inj. von 2 Dcgr. 9" nach Beginn ders. fängt der Druck von 88 Mm. zu sinken an, u. fällt innerhalb 6" auf 53 Mm., steigt dann innerhalb 37" auf 278 Mm.
21—40	97	176	
41—60	96	247	
7' 1—20	66	223	Während der ganzen 7ten Min. fallen sehr oft Herzcontractio- nen aus, sodass die extremen Druckhöhen innerhalb einzel- ner Sec. vielfach Differenzen von c. 60 Mm. darbieten.
21—40	73	240	
41—60	89	244	
8' 1—20	90	230	
21—40	92	242	
41—60	88	220	
9' 1—20	87	213	
21—40	86	207	
41—60		196	

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
		171	Pause von 2'.
12' 1—20"	75	157	
21—40	74	155	
		155	Pause von 1'.
14' 1—20	72	155	14' 20". Inj. von 3 Dcgr. Der
21—40	77	190	Druck steigt bald nach Beginn
41—60	92	256	ders. mässig an, fällt dann in-
			nerhalb 6" zur früheren Höhe
			(150 Mm.) herab, und steigt
			schliesslich im Laufe von 29"
			auf 280 Mm.
15' 1—20	94	272	
21—40	93	261	
41—60	91	241	
16' 1—20	88	226	
21—40	87	211	
41—60	85	195	
		139	Pause von 2'.
19' 1—20	?	78	Puls unleserlich.
21—40	?	30	
41—60	25	39	
20' 1—20	17	34	Eine Inj. von 1 Dcgr. hat schein-
21—40	13	33	bar keinen Effect mehr.
41—60	—	—	Tod.

Versuch XXVI.

Grosse Katze. Curare. Künstliche Respiration. In-
jectionen einer 10% Lösung von schwefels. Ammoniak.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
0' 1—20	72	133	
21—40	71	132	0' 33". Inj. von 1 Dcgr. 10" nach
41—60	80	110	Beginn ders. fängt der Druck
			von 144 Mm. zu sinken an, u.
			fällt innerh. 12" auf 72 Mm.,
			steigt dann im Laufe von 31"
			auf 240 Mm.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
1' 1—20"	102	168	
21—40	100	236	
41—60	97	216	
2' 1—20	93	210	
21—40	90	204	
41—60	90	199	
3' 1—20	87	193	
21—40	85	188	
41—60	83	180	
		151	Pause von 4'.
8' 1—20	73	133	
		136	Pause von 2'.
11' 1—20	75	143	11' 12". Inj. von 2 Degr. 9" nach
21—40	80	127	Beginn ders. fängt der Druck
41—60	92	180	von 161 Mm. zu sinken an, u.
			fällt innerh. 12" auf 90 Mm.,
			steigt dann im Laufe von 22"
			auf 226 Mm.
12' 1—20	78	209	
21—40	64	211	
41—60	65	209	
		192	Pause von 1'.
14' 1—20	69	182	
		161	Pause von 3'.
18' 1—20	70	144	
		141	Pause von 3'.
22' 1—20	64	146	
		147	Pause von 2'.
25' 1—20	64	153	25' 19". Inj. von 5 Degr. 8" nach
21—40	66	134	Beginn ders. fängt der Druck
41—60	83	159	von 170 Mm. zu sinken an, u.
			fällt innerhalb 8" auf 95 Mm.,
			steigt dann im Laufe von 29"
			auf 218 Mm.
26' 1—20	80	200	
21—40	74	200	
41—60	72	202	
		191	Pause von 2'.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
29' 1—20"	74	177	
		165	Pause von 2'.
31' 1—20	72	153	
		148	Pause von 2'.
34' 1—20	70	143	
		141	Pause von 1'.
36' 1—20	65	140	36' 9". Inj. von 1 Grm. 13" nach
21—40	69	134	Beginn ders. fängt der Druck
41—60	78	166	von 155 Mm. an zu sinken, u.
			fällt innerh. 7" auf 112 Mm.,
			steigt dann im Laufe von 27" auf 190 Mm.
37' 1—20	71	159	
21—40	71	155	Schwache krampfh. Zuckungen
41—60	69	155	in einzelnen Muskeln.
38' 1—20	64	129	
21—40	63	117	
41—60	63	116	
39' 1—20		97	
21—40		51	
41—60		25	Tod.

Versuch XXVII.

Kleiner Hund von 4,8 Kilogr. Körpergewicht. Tracheotomie. Injectionen einer 10% Salmiaklösung. Gleichzeitig dargestellte Respirationcurve beschrieben in Vers. XLI. 12 Min. nach Beginn des Versuchs wird der Hund curarisirt. Darauf weitere Salmiakinjectionen.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
0' 1—20"	41	112	
21—40	41	107	
41—60	46	111	
1' 1—20	46	118	1' 8". Inj. v. 1 Degr. Der Druck
21—40	51	112	sinkt anfangs um 46 Mm. und

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
41—60"	40	129	steigt dann im Laufe von 20" unter Schwankungen auf 170 Mm.
2' 1—20	29	124	
21—40		117	
		121	Pause von 1'.
4' 1—20	37	124	
21—40	37	123	
41—60	38	128	4' 57". Inj. von 2 Degr. 5" nach Beginn ders. beginnt d. Druck von 130 Mm. an zu sinken, u. fällt in 11" auf 72 Mm., steigt dann innerh. 25" auf 149 Mm.
5' 1—20	63	92	
21—40	44	107	
41—60	37	117	
6' 1—20	36	136	
21—40	35	131	
41—60	39	137	
7' 1—20	35	129	
21—40	37	134	7' 33". Inj. v. 3 Degr. Der Druck sinkt in 11" von 152 auf 84 Mm. und steigt dann im Laufe von 33" auf 160 Mm.
41—60	67	116	
8' 1—20	43	118	
21—40	40	138	
41—60	34	131	
9' 1—20	40	133	
21—40	39	145	
41—60	37	136	
			Pause von 4'. Der Hund wird curarisirt. Künstl. Respiration.
14' 1—20	32	80	
21—40	33	61	
41—60	31	35	14' 53". Inj. von 2 Degr. Sehr geringes Fallen u. nachträg- liches Steigen des Drucks.
15' 1—20	35	27	
21—40	44	31	

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
41—60"	43	31	
16' 1—20	35	20	16' 0". Inj. v. 3 Degr. Der Druck fällt anfangs nur um einige Mm., steigt dann im Laufe von 90" von 17 auf 118 Mm.
21—40	50	47	
41—60	59	82	
17' 1—20	56	97	
21—40	52	105	
41—60	47	109	
		101	Pause von 1'.
19' 1—20	32	98	19' 20". Inj. von 5 Degr. Eine Veränderung im Druck kaum wahrzunehmen. Die Herzcontractionen werden unregelmässig und hohe u. niedrige Pulswellen treten in bunter Anordnung auf.
21—40	29	98	
41—60	29	91	
20' 1—20	36	82	
21—40	28	88	
41—60	34	81	
21' 1—20			Der Druck sinkt sehr rapid von 122 Mm. fast auf 0 herab.

Versuch XXVIII.

Kleiner Hund von 8,5 Kilogr. Körpergewicht. Curare. Künstliche Respiration. Injectionen von 10% Lösungen von Salmiak und kohlensaurem Ammoniak.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
0' 1—20"	46	127	
21—40	46	128	
41—60	48	121	0' 44". Inj. von 1 Degr. Salmiak. 10" nach Beginn ders. fängt der Druck von 151 Mm. zu sinken an und fällt in 7" auf 81 Mm., steigt dann im Laufe von 29" auf 190 Mm.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
1' 1—20"	62	131	
21—40	49	166	
41—60	42	158	
2' 1—20	42	149	
21—40	42	139	
		129	Pause von 1'.
4' 1—20	41	108	4' 6". Inj. von 1 Degr. kohleus.
21—40	56	119	Ammon. Der Druck sinkt
41—60	41	141	bald darauf in 15" von 147
			auf 78 u. steigt dann im Laufe
			von 33" auf 171 Mm.
		136	Pause von 2'.
7' 1—20	38	115	7' 9". Inj. von 2 Degr. kohleus.
21—40	61	103	Ammon. 12" nach Beginn
41—60	51	122	ders. fängt der Druck von
			139 Mm. an zu sinken, u. fällt
			innerh. 10" auf 68 Mm., steigt
			dann in 17" auf 149 Mm.
		126	Pause von 1'.
9' 1—20	42	128	
21—40	41	118	9' 25". Inj. v. 5 Degr. Salmiak.
41—60	67	110	9" nach Beginn ders. fängt d.
			Druck von 139 Mm. zu sinken
			an, u. fällt in 11" auf 65 Mm.,
			steigt dann im Laufe von 27"
			auf 177 Mm.
10' 1—20	70	150	
21—40	57	157	
41—60	45	143	
		133	Pause von 1'.
12' 1—20	41	124	
21—40	36	116	12' 37". Inj. v. 5 Degr. Salmiak.
41—60	40	105	11" danach beginnt d. Druck
			von 145 Mm. zu fallen u. sinkt
			im Laufe von 9" auf 71 Mm.,
			steigt dann in 13" auf 217 Mm.
			u. fällt in 4" wieder auf 97 Mm.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
			Schliesslich steigt der Druck wieder hoch an.
13' 1—20"	61	151	
21—40	58	126	
41—60	63	155	
14' 1—20	71	186	
21—40	72	193	
41—60		179	
		175	Pause von 2'.
17' 1—20	79	176	
21—40	73	168	
		135	Pause von 3'.
21' 1—20	63	150	
21—40	66	160	21' 22". Inj. v. 5 Degr. kohlenst.
41—60	36	110	Ammon. Der Blutdruck steigt nur schwach und fällt dann sehr rapid zur Nulllinie herab.

Versuch XXIX.

Mittelgrosser Hund von 12 Kilogramm Körpergewicht.
Curare. Künstliche Respiration. Injection von 10% Sal-
miaklösung.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
0' 1—20"	66	175	
21—40	69	175	0' 32". Inj. von 5 Degr. Sal- miak. 9" nach Beginn ders. fängt der Druck von 182 Mm. zu sinken an und fällt inner- halb 3" auf 130 Mm., steigt dann in 28" auf 274 Mm.
41—60	84	179	
1' 1—20	59	210	
21—40	52	217	
41—60	48	204	Die Herzcontractionen werden sehr unregelmässig.
2' 1—20	42	212	

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
21—40"		209	
41—60		209	Der Versuch muss unterbrochen werden, da der Apparat feh- lerhaft geworden.

Versuch XXX.

Mittelgrosse Katze. Curare. Künstliche Respiration.
Durchschneidung des Halsmarks (unvollständig). Injunctio-
nen von 10% Salmiaklösung.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
1—20"	81	192	Vor Durchschneidung des Hals- marks.
21—40	80	187	
			In einer längeren Pause werden wiederholte Schnitte durch's Halsmark geführt, bis eine vollständige Durchtrennung desselben wahrscheinlich ge- worden.
0' 1—20	60	70	
21—40	60"	68	
41—60	57	63	
1' 1—20	57	74	1' 8". Inj. von 1 Dcgr. Der Blutdruck sinkt bald darauf um ein Geringes und steigt innerhalb 23" von 60 auf 192 Mm.
21—40	69	103	
41—60	75	171	
2' 1—20	68	154	
21—40	60	141	
41—60	59	135	
3' 1—20	58	122	
		97	Pause von 2'.
6' 1—20	52	81	
21—40	51	76	
41—60	52	85	6' 42". Inj. von 4 Dcgr. Der Druck fällt nach beendeter In-

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
			jection um ein Geringes und steigt dann im Lauf von 1½ Minuten continuirlich an.
7' 1—20"	57	93	
21—40	54	128	
41—60	53	162	
8' 1—20	56	183	
21—40		137	
		130	Pause von 2'.
11' 1—20	50	85	11' 13". Inj. von 5 Dcgr. Nach
21—40	60	75	beendeter Inj. fällt der Druck
41—60			discontinuirlich bis zum Tode.

Bei der Section erwies sich, dass das Halsmark nicht vollständig durchtrennt war. Vom linken Seitenstrang war ein schmaler Streif dicht unter der Dura undurchschnitten geblieben.

Anmerkung. Bei zweien anderen Versuchen, die ganz wie vorliegender angestellt wurden, war das Halsmark leider auch nicht vollständig durchschnitten. Da die dabei gewonnenen Resultate im Wesentlichen ganz mit obigen übereinstimmen, so glaube ich die Aufzählung derselben unterlassen zu können. — Einiges Interessante boten die Versuche dadurch, dass nach aufgehobener künstlicher Respiration die Herzcontractionen, die noch mehrere Minuten andauerten, allmählig an Frequenz zunahmen und der Blutdruck noch zu einer bedeutenden Höhe anstieg.

Versuch XXXI.

Mittelgrosse Katze. Curare. Künstliche Respiration. Durchschneidung des Halsmarks (vollständig). Hierauf Injectionen von 10% Salmiaklösung.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
0' 1—20"	65	50	0' 27". Inj. von 1 Degr. Nach geringem Sinken tritt allmä- lig andauerndes Steigen des Drucks ein.
21—40	58	51	
41—60	57	60	
1' 1—20	55	76	
21—40	42	79	
41—60	39	99	
2' 1—20	36	103	
21—40	42	108	
41—60		92	
		67	Pause von 2 Min.
5' 1—20	49	56	
21—40	50	54	
41—60	34	49	5' 39". Inj. von 2 Degr. Der Blutdruck sinkt im Lauf von 13" von 60 auf 38 Mm. und steigt dann innerhalb 31" auf 146 Mm.
6' 1—20	39	79	
21—40	60	126	
41—60	51	115	
7' 1—20	40	112	
21—40	41	110	
41—60	31	112	
8' 1—20	28	114	
21—40	36	89	
41—60	33	67	9' 4". Inj. von 3 Degr. Nach geringem Sinken folgt andau- erndes stetiges Steigen des Drucks.
9' 1—20	39	62	
21—40	27	56	
41—60	23	48	
10' 1—20	40	69	
21—40	60	93	
41—60	61	93	
11' 1—20	55	101	
21—40	49	90	
41—60	46	83	
12' 1—20	44	76	

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
21—40"	41	69	
41—60	40	67	
13' 1—20	44	61	13' 8". Inj. von 4 Dcgr. Schwa- ches allmäliges Sinken und ebenso allmäliges Steigen des Drucks.
21—40	35	53	
41—60	41	52	
14' 1—20	45	60	
21—40	40	63	
41—60	40	70	
15' 1—20	40	72	
21—40	39	72	
41—60	44	69	Die künstliche Respiration wird unterbrochen. Der Druck steigt unter Zunahme der Pulsfrequenz im Lauf von 2 Minuten von 50 auf 112 Mm.

Anmerkung. Da bei der Section das Halsmark vollständig durchtrennt gefunden wurde, so konnte diese schliessliche Steigerung des Blutdrucks nicht auf eine Reizung des vasomotorischen Centrums durch das kohlensäurereiche Blut zurückzuführen sein. Es scheint letzteres vielmehr in ähnlicher Weise wie die Ammoniaksalze auf die motorischen Herzcentra eingewirkt zu haben, was schon aus der gleichzeitigen Pulsbeschleunigung hervorgeht.

IV.

Ueber die physiologische Wirkung einiger Ammoniaksalze auf die Respirationsorgane.

Es ist eines der hervorstechendsten Charaktere der Wirkung des Ammoniaks, dass es sowohl in kleinen wie in grossen Dosen in's Blut gespritzt eine tiefgreifende Veränderung in den Respirationsfunctionen hervorruft. Dass man bereits früher diese Wirkung des Ammoniaks kannte und von einer Reizung der centralen Athmungsorgane ableitete, geht aus den zahlreichen Empfehlungen hervor, die demselben gegen die verschiedensten Formen der Asphyxie zu Theil geworden sind. Trotzdem sind bis hierzu noch von Niemand eingehende physiologische Untersuchungen über die Wirkung der Ammoniakalien auf die Athmungsvorgänge vorgenommen worden.

Die mannigfachen Versuche, die ich zu diesem Behufe mit drei verschiedenen Ammoniakverbindungen an mehreren Thierspecies angestellt habe, sind vielleicht zu gering an Zahl, um die Wirkung des einzelnen Salzes nach dieser Richtung hin genau zu illustriren. Doch bieten dieselben in wesentlicheren Punkten so vielfache Uebereinstimmungen und Analogien, dass sich aus allen zusammen ein ziemlich präcises Bild über den Einfluss

des Ammoniaks auf die Respiration im Allgemeinen gewinnen lässt. Ich will mich daher in Folgendem nur auf eine Darstellung dieses allgemeinen Bildes beschränken und übergehe manche in den Versuchsprotokollen vereinzelt dastehende auffälligere Momente, da eine nähere Betrachtung derselben eben wegen ihrer Isolirtheit von keinem grossen Belange wäre und ein Versuch zu ihrer Deutung zu weit in's Bereich der Hypothesen führen würde.

Die gemeinsamen Resultate meiner Untersuchungen lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Die Ammoniakalien erzeugen, in Dosen von 1 bis 2 Degr. unversehrten Thieren in's Blut injicirt, zunächst einen kurzdauernden Respirationsstillstand, dem alsbald eine enorme Beschleunigung der Athmungs-Frequenz auf den Fuss folgt. Nachdem hier in c. 15—20 Sec. nach begonnener Injection das Maximum erreicht ist, tritt ein sehr allmäliger Nachlass in der Intensität dieser Erscheinungen auf, bis nach Ablauf von mehreren Minuten die Verhältnisse den ursprünglichen wieder annähernd gleichen.

2. Werden Dosen angewandt, die zugleich Convulsionen erzeugen, so nimmt auch das Zwerchfell an den Muskelkrämpfen Antheil. So lange diese andauern, ist die Athmung entweder vollständig aufgehoben oder nur auf einzelne sehr kurze Zwerchfellsbewegungen beschränkt. Zuweilen tritt anfangs, wenn die Krämpfe nicht sofort auf die Injection erfolgen, noch eine lebhafte Beschleunigung der Athmung auf. Mit dem Beginn der ersteren verschwindet diese aber sofort (Vers. XXXV und XXXVI,

5. Inj.). Sobald die Convulsionen nachgelassen, kommen die Athembewegungen wieder zum Vorschein, zeigen alsdann aber zunächst eine sehr wechselnde Intensität und stark herabgesetzte Frequenz. Letztere nimmt entweder bis zum Tode stetig ab, oder die Respiration wird nach einiger Zeit wieder gleichmässig und beschleunigt sich von Neuem. Die Athembewegungen zeigen dabei einen vorherrschend abdominalen Charakter.

3. Bei Thieren, denen nach der Vergiftung durch Ammoniakalien die Vagi durchschnitten werden, hat diese Operation nicht mehr den gewöhnlichen verlangsamenden Effect auf die Athmungsfrequenz. Letztere zeigt im Gegentheil fast bis zum Tode des Thiers eine starke Beschleunigung (Vers. XXXV u. XXXVI).

Wird dagegen die Injection des Ammoniaksalzes erst nach der Vagusdurchschneidung vorgenommen, so macht die durch die letztere bedingte Verlangsamung zunächst nur auf wenige Secunden einer starken Beschleunigung Platz, welcher aber nie ein Respirationsstillstand wie bei unversehrtem Thiere vorausgeht. Nach längerer Zeit tritt aber auch hier allmählig eine andauernde starke Beschleunigung der Athmungsfrequenz auf, wie sie bei Thieren mit undurchschnittenen Vagi nach mehrfachen Injectionen von Ammoniaksalzen meist beobachtet wird (Vers. XXXVII und XXXVIII).

Die geschilderten Facta lassen keine andere Deutung zu, als dass die Ammoniakalien einen höchst intensiven Reiz auf die Centra der Respiration ausüben, der sogar den Wegfall der beim normalen Thier durch den Vagus

centripetal geleiteten Inspirationsimpulse zu ersetzen im Stande ist.

Bei Versuchsthieren mit unverletzten Vagi mussten diese Inspirationsimpulse in den ersten Secunden nach der Injection eine heftige Steigerung erfahren. Das Gift wurde stets in die Jugularvene injicirt und war daher genöthigt mit den Vagusendigungen in der Lunge in Berührung zu kommen, bevor es durch den grossen Kreislauf zu den Respirationcentren gelangen konnte. Eine Reizung der ersteren musste einen ähnlichen Effect haben, wie die Reizung des centralen Vagusstumpfs, nämlich Stillstand der Athmung in der Inspirationsstellung. — An den bei meinen Versuchen gewonnenen graphischen Darstellungen giebt sich diese Respirationspause, die der Beschleunigung der Athmung vorausging, zwar nicht durchweg als Folgezustand eines Tetanus der Inspirationsmuskel zu erkennen, in einzelnen Fällen jedoch lässt sich Letzteres mit Evidenz nachweisen (Vers. XXXIX, Inj. 4 und 5).

Versuchsprotokolle.

Bevor ich zur näheren Schilderung der einzelnen Versuche schreite, sei mir gestattet, über die Bedingungen, unter welchen sie alle angestellt, in Kurzem zu berichten.

Den geknebelten und in der Rückenlage auf ein Brett gebundenen Versuchsthieren war eine Canüle in die Vena jugularis externa, durch welche denselben das Ammoniaksalz in's Blut injicirt wurde, und ein Glasrohr in

die Trachea gebunden. Dieses stand durch ein Rohr, welches an einer Stelle mit der Aussenluft communicirte, mit dem *Marrey'schen* Cardiographen in Verbindung. Der Hebel an letzterem, durch die Respiration in Schwankungen gesetzt, zeichnete diese auf die Trommel eines Kymographion. Da die Umlaufszeit derselben bekannt war, so konnte die Respirationsfrequenz für bestimmte Zeiträume (20") durch Zählung genau festgestellt werden.

Versuch XXXII.

Grosse Katze. Injection einer 10% Lösung von kohlensaurem Ammoniak.

Zeit in Min.	Respirationsfrequenz				Bemerkungen.
	in je 20 Sec.		in 1 Min		
0'	21	22	23	66	
1'	30	10*	55	95	* 1' 33" 1 Dcgr. Von 1' 36" an respir. Stillstand während 3".
2'	31	?	29*		* Von hier ab wechselt ein tieferer mit mehreren schwächeren Athemzügen ab.
3'	33	37	41	111	
4'	48	43	48	139	
5'	50	39*	32	121	* 5' 32" 0,2 Dcgr. resp. Stillstand während 7".
6'	31	33	38	102	
7'	51	53	53	157	
8'	24*	1	27	52	* 8' 6". 3 Dcgr. Von 8' 10" an Stillstand während 40" und tonischer Krampf. Hiernach klon. Zuckungen bei gleichzeitigen kurzen Respirationsstößen. Athmung bis zum Schluss des Versuchs ungleichmässig. Inspirationen hie u. da forcirt.
9'	41	36	22	99	
10'	36	27	43	106	
11'	41	42	47	130	
12'	42	35	40	117	
13'	34	24	15	73	
14'	17	13			

Versuch XXXIII.

Grosse Katze. Injection einer 10% Lösung von kohlensaurem Ammoniak.

Zeit in Min.	Respirationsfrequenz				Bemerkungen.
	in je 20 Sec.		in 1 Min.		
0'	11	10	10	31	
1'	9*	10	7	26	* 1' 17". 3 Degr. Von 3' 20"
2'	27	29	37	93	an ton. Krampf und Respir.-
3'	35	33	36	104	Stillstand; hie u. da schwach
4'	38	43	47	128	unterbrochen. Um 1' 55" sind
5'	52	47	51	150	diese Erscheinungen vorüber
					und die Resp. ist bis zur näch-
					sten Inj. gleichmässig.
6'	28*	17	28	73	* 6' 5". 2 Degr. Resp.-Stillstand
7'	36	40	36	102	u. ton. Krampf während 13".
					Danach einige klon. Krämpfe.
					Resp. hierauf erst ungleich-
					mässig, dann gleichmässig.
8'	36*	58	41	135	* 8' 15". 5 Degr. Freq. anfangs
9'	47	42	20	109	vermehrt. Dann heftige Con-
10'	17	10	17	44	vulsionen bei sehr ungleich-
11'	14	5	8	27	mässiger Respiration. Dazwi-
12'	11	15	18	44	schen einzelne Brechbewe-
13'	18	17	17	52	gungen.
14'	18	16	16	50	

Versuch XXXIV.

Grosse Katze. Injectionen einer 10% Lösung von kohlen. Ammon. Gleichzeitig entworfene Blutdruckcurve beschrieben in Vers. XXI.

Zeit in Min.	Respirationsfrequenz				Bemerkungen.
	in je 20 Sec.		in 1 Min.		
0'	10	11	9	30	
1'	10	16	13	39	
2'	33*	21	13	67	* 2' 0". 1 Degr. Von 2' 3" an Resp.-Stillstand während 5", danach Beschleunigung.
3'	13	12	11*	36	* 3' 57". 2 Degr. Nach einigen Secunden Resp.-Stillst. wäh- rend 11", danach schwache Beschleunigung.
4'	11	19	17	47	
5'	17	15	14	46	
6'	14	13	12	17	

Zeit in Min.	Respirationsfrequenz				Bemerkungen.
	in je 20 Sec.		in 1 Min.		
7'	2*	3	12	17	* 7' 0". 3 Degr. Resp.-Stillst.;
8'	14	15	15	44	ton. Krampf von 31" Dauer.
					Resp. dann sehr ungleichmäss.
9'	11	8	10	29	Die Resp. wird ungleichmässig.
10'	8	8	8	24	
11'	8	8	8	24	
12'	9	8			
					Pause. Die Trommel wird ge-
					wechselt.
15'	12	13	13	38	
					Pause.
19'	12*	22	10	44	* 19' 15". 1 Degr. Bald darauf
20'	14	14	13	41	Resp.-Stillstand während 5".
21'	12	13	12	37	Hiernach Beschleunigung und
22'	14	12	11	37	schliesslich wieder Stillstand
					von 10" Dauer.
23'	7*				* 23' 12". Resp.-Stillstand und
					Krampf. Tod.

Versuch XXXV.

Grosse Katze. Injection einer 10% Lösung von koh-
lensaurem Ammon. Beiderseitige Vagusdurchschneidung.
Gleichzeitig entworfene Blutdruckcurve beschrieben in
Versuch XXII.

Zeit in Min.	Respirationsfrequenz				
	in je 20 Sec.		in 1 Min.		
0'	28	29	40	97	
1'	52*	50	47	149	* 1' 3". 1 Degr. Anfangs kurzer
2'	45	44	49	138	Resp.-Stillstand während 3",
3'	43	39	34	116	dann Beschleunigung.
4'	34	17*	28	79	* Vaguszerrung.
5'	45*	44	46	135	* Rechter Vag. durchschnitten.
					Pause.
9'	55	53	42*	150	* 9' 55". 1 Degr. Nach einigen
10'	49	45	43	137	Sec. Resp.-Stillstand von 5"
					Dauer. Danach Beschleun.

Zeit in Min.	Respirationsfrequenz				Bemerkungen.
	in je 20 Sec.		in 1 Min.		
11'	43	49	53*	145	11' 45". 1 Degr. Bald darauf
12'	19	50	53	122	Resp.-Stillst. von 3" Dauer. Hierauf während 14" starke Frequenz. Dann wieder Still- stand von 7" Dauer.
13'	54	51*	49	154	* Linker Vagus durchschn.
14'	55	62	55	172	
15'	61	60	62	183	Dieselbe Freq. dauert mehrere Minuten an; Athembewegg. bleiben wie vorher gleichmäss.
22'	51	53	53	157	
27'	43	46	45	134	Pause.
33'	48	47	50	145	Pause.
37'	52	52	54	158	Pause.
38'	59*	51	40	150	* 38' 9". 2 Degr. Kein Stillstd., nur Beschleunigung.
39'	27	25	23	75	
40'	27	—	—	—	Pause.
44'	—	29	31	—	
45'	33*	16	2	51	* 45' 10". 4 Degr. Anfangs kurze Zeit Beschleunigung; darauf folgt plötzl. Resp.-Stillstand und heftiger Krampf von 25" Dauer. Hiernach sehr un- gleichmässige Respiration.
46'	15	2	2	19	
47'	3	0	7	10	
48'	7	8	9	24	

Versuch XXXVI.

Grosse Katze. Injectionen einer 10% Lösung von kohlens. Ammoniak. Beiderseitige Vagusdurchschneidung. Reizung des centralen Vagusstumpfs. Gleichzeitig entworfene Blutdruckcurve beschrieben in Vers. XXIII.

Zeit in Min.	Respirationsfrequenz				Bemerkungen.
	in je 20 Sec.		in 1 Min.		
0'	16	15	17	48	
1'	17	15	15	47	

Zeit in Min	Respirationsfrequenz				Bemerkungen.
	in je 20 Sec.		in 1 Min.		
2'	19	22*	34	75	* 2' 24". 1 Degr. Nach 3" Resp.-Stillstand von 8" Dauer. Dann gleichmässige Beschleunigung. Hierauf verlangsamte u. ungleichm. Resp. Endlich wieder Beschleunigung.
3'	27	38	37	102	
4'	37	—	—	—	
					Pause.
7'	23*	18	14	55	* Recht. Vag. Durchschn.
8'	18	29	24*	71	* 8' 54". 1 Degr. Bald darauf
9'	46	23	28	97	7" dauernder Stillstand. Da-
10'	37				nach ähnliche Erscheinungen wie vorhin.
					Pause.
12'	25*	17	40	82	* Linker Vagus durchschnitten.
13'	54	53	53	160	Mehrere schwächere Athem-
14'	52	49	53	154	züge wechseln mit einem stär-
15'	53	53	52	158	keren.
17'	50	45*	45	140	* Centr. Vag. Reizung bei 250 Mm. Rollenabstand.
					Pause.
19'	29*	24	34	87	* Centr. Vag. Reizung bei 200 Mm. Rollenabstand. Es erfolgen mehrere tiefe In- und Expirationen.
20'	45*	11	60	116	* Centr. Vag. Reizung bei 150 Mm. Rollenabstand. Stillstand in der Expirationsstellung.
21'	82	59	60	201	
22'	63	59*	16	138	* Centr. Vag. Reizung bei 120 Mm. Rollenabstand. Effect wie vorhin.
23'	61				
					Pause.
25'	42	41	36	119	
26'	14*	21	29	64	* Centr. Vag. Reizung bei 300 Mm. Rollenabstand.
27'	27*	9	13	49	* bei 200 Mm. In beiden Fällen kurzer mehrfach unterbrochener Stillstand.

Zeit in Min.	Respirationsfrequenz				Bemerkungen.
	in je 20 Sec.		in 1 Min.		
28'	13*	7	34	54	* bei 150 Mm. Stillstand in der
29'	81	48	53	182	Expirationsstellung.
30'	57	59	53	169	
31'	46	40	34	120	
32'	36	30	22	88	
33'	23	27	29	79	
34'	27	22*	7	56	* 34' 36". 4 Dcgr. Bald darauf Resp.-Stillstand und Tod.

Versuch XXXVII.

Mittelgrosse Katze. Beiderseitige Vagusdurchschneidung. Injectionen einer 10% Lösung von kohlen. Ammoniak. Reizung des centralen Vagusstumpfes.

Zeit in Min.	Respirationsfrequenz				Bemerkungen.
	in je 20 Sec.		in 1 Min.		
0'	33	37	38*	108	* Rechter Vag. durchschnitten.
1'	11	16	17	44	
2'	7	18	13	38	
3'	6	11	20*	37	* Linker Vag. durchschn.
4'	3	34*	25	62	* 1 Dcgr. Kein Stillstand; starke Beschleunigung.
5'	12	14	16	42	
6'	25*	25	13	63	* Centr. Vag. Reizung bei 250 Mm. Rollenabstand. Inspir. forcirt.
7'	17*	16	17	50	* bei 300 Mm. Effect wie vorher.
8'	12*	12	13	37	* bei 400 Mm. Kein Effect.
9'	15*	14	12	41	* bei 300 Mm. Etwas Beschleunigung u. tiefe Inspir.
10'	13	12	12	37	
11'	18*	28	21	57	* 11' 13". 2 Dcgr. Kein Stillstand; nur Beschleun. Dann einzelne klon. Krämpfe.
12'	14	10	9	33	Respir. wird gleichmässig.
13'	9	10*	9	28	* Schwache centr. Vag. Reiz.
14'	8	7	7	22	Kein Effect. Pause.

Zeit in Min.	Respirationsfrequenz				Bemerkungen.
	in je 20 Sec.		in 1 Min.		
16'	11	9*	18	38	* bei 120 Mm. Inspirator. Stillstand, danach Beschleun.
17'	13	17*	21	51	* bei 120 Mm. Effect wie vorhin.
18'	17	18	19	54	
19'	15	23	34	72	
20'	29*	47	47	123	* bei 120 Mm. Inspirator. Stillstand.
21'	46	45	43*	134	* bei 150 Mm. Effect wie vorhin.
22'	44	46	45	135	
23'	46	45	46	137	
24'	38		28*		* bei 300 Mm. Mehrere forcirte Inspir. u. schwache Beschleun.
25'	44	38	32*	114	* bei 120 Mm. Inspirator. Stillstand.
26'	42	34	31*	107	* bei 200 Mm. Sehr geringer Effect.
27'	30	25	26*	81	* 27' 56". 2 Degr. Einige Sekunden darauf heftiger ton. Krampf und Resp. Stillstand von 22" Dauer. Hiernach Zuckungen und sehr ungleichm. Athmen.
28'	1	14	13	28	
29'	9	8	7	24	
30'	6*	11	9	26	* bei 120 Mm. Kurzer inspirator. Stillstand, dann etwas Beschleunigung.
31'	6	7	14*	27	* bei 120 Mm. Effect wie vorhin.
32'	9	8			Pause.
36'	18	18			Respir. gleichmässig.
					Pause.
38'	25	23	24	72	Der Versuch wird unterbrochen.

Versuch XXXVIII.

Grosse Katze. Durchschneidung beider Vagi. Injectionen einer 10% Lösung von kohlens. Ammoniak.

Zeit in Min.	Respirationsfrequenz				Bemerkungen
	in je 20 Sec.		in 1 Min.		
0'	8	8	7	23	
1'	8	7	14*	29	* I Vagus durchschnitten.
2'	8	7	7	22	
3'	8*	7	8	23	* II Vagus durchschnitten.
4'	6	5	5	16	
5'	6	16*	34	56	* 5' 22". 1 Dcgr. Kein Stillstand, sondern von Hause aus tiefe, frequente Respiration.
6'	10*	9	10	29	* Die Resp. wird gleichmässig.
7'	8	9	9	26	
8'	8	8	7	23	
9'	8	8	8*	24	* 9' 58". 1 Dcgr. Effect ganz wie vorhin.
10'	28	?	8		
11'	9	8	7	24	
12'	8	8	7	23	
13'	7	7	7	21	
14'	6	6	6	18	
15'	8	6	15*	29	* 15' 45". 2 Dcgr. Effect wie oben.
16'	27	9	8	44	
17'	8	9	9	26	
18'	8	9	8	25	
19'	9	8	9	26	
					Pause.
22'	10	14	22	46	
23'	26	24*	48	98	* 23' 35". 2 Dcgr. Effect wie oben.
24'	9	10	17	36	
25'	25	27	16	68	
26'	13	13	15	41	
27'	18	17	12	47	
28'	18	20	17	55	
29'	23*	15	4	52	* 29' 16". 3 Dcgr. Anfangs einige Secunden hindurch starke Beschleun., welche mit Beginn eines heft. Krampfes plötzlich aufhört.
30'	4	2	2	8	
31'	2	2	2	6	
32'	2	2	2	6	
33'	2	2			Pause.

Zeit in Min.	Respirationsfrequenz				Bemerkungen.
	in je 20 Sec.		in 1 Min.		
35'	7	6	7	20	
36'	7	6	7	20	Die Resp. wird gleichmässig.
37'	7	7	8	22	
38'	8	8	9	25	
					Pause.
41'	20	20	21	61	
					Pause.
44'	32	34	36	102	
					Pause.
46'	46	46	45	137	
47'	47	49*	4	102	* 47' 35". 1 Dcgr. 30" anhaltender Resp.-Stillstand und
48'	4	2	1	7	Krampf.

Versuch XXXIX.

Grosse Katze. Injection einer 10% Salmiaklösung.

Zeit in Min.	Respirationsfrequenz				Bemerkungen.
	in je 20 Sec.		in 1 Min.		
0'	27	26	26	79	
1'	23*	38	33	94	* 1' 18". 1 Dcgr. Hiernach anfangs ungleichm., dann gleichmässige Beschleunigung.
2'	38	37	33	108	
3'	26	26	25	80	
4'	28*	36	36	100	* 4' 4". 1 Dcgr. Resp.-Stillst. v. 4" Dauer. Danach schwache Beschleunigung.
5'	36	42	37	115	
6'	37	33	30	100	
7'	27	34*	22	83	* 7' 30". 2 Dcgr. Resp.-Stillst. von 6" Dauer. Dann Beschleunigung. Auf diese folgt ungleichmässiges Athmen bei gleichzeitigen Muskelzuckungen.
					Pause.
11'	51	50*	15	118	* 11' 34". 3 Dcgr. Zuerst Resp.-Stillst., dann einige ungleichmäss. Athemzüge. Dann heftige Krämpfe. Die Resp. ist während der nächsten 3' sehr ungleichmässig.
12'	7	11	15	33	
13'	7	8	16	31	
14'	21	18	19	57	

Zeit in Min.	Respirationsfrequenz				Bemerkungen.
	in je 20 Sec.		in 1 Min.		
15'	21	19*	18	58	* Die Resp. wird gleichmässig.
16'	15	16	16	47	
17'	16	15	14	45	
18'	15	13	15	43	
19'	16	—	—	—	
Pause.					
21'	22	24	29*	75	* 21' 53". 2 Dcgr. Inspirator.
22'	8	0	3	11	Stillstand, der bei bald darauf
23'	10	36	32	78	eintretendem heftigen Krampf
24'	13	4	4	21	längere Zeit fortbesteht. Die
25'	7	11	17	35	Resp. danach sehr ungleichm.
26'	9	7	7*	23	* 4 Dcgr. Heftiger Krampf. Re-
					spirations-Stillstand. Tod.

Versuch XL.

Mittelgrosse Katze. Injectionen einer 10% Lösung von schwefelsaurem Ammoniak.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.		Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
0'	34	30	31	95
1'	35	34	36*	105 * 1' 55". 1 Dcgr. Kein Stillst.
				Nur Beschleunigung, anfangs
				gleichm., dann ungleichmässig.
2'	56	40	33*	129 * Die Resp. wird gleichmässig.
3'	30	29	27*	86 * Die Resp. wird flacher.
4'	26	27	28	81
5'	26	28*	32	86 * 5' 26". 1 Dcgr. Effect wie
				vorhin; etwas schwächer.
6'	21	22	25	68
7'	36*	36	28	100 * 7' 5". 2 Dcgr. Effect wie oben.
8'	28	25	26	79
9'	25	27	28	80
10'	25*	36	19	80 * 10' 14. 4 Dcgr. Anfangs kur-
11'	29	24	24	77 zer respir. Stillstand. Dann
12'	9	6	2	17 Beschleunigung. Dann Con-
13'	7	12	14	33 vulsionen; sehr ungleichmäss.
				Resp. während mehrerer Min.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
14'	12	12	14 38
15'	12	14	12 38
Pause.			
17'	17*	17	3 37 * 17' 16". 4 Dcgr. Anfangs kurze
18'	5	4	6 15 Zeit Beschleunigung. Dann
19'	5	4	10 19 heftiger Krampf u. Stillstand.
20'	9	5	5 19 Schliesslich Zuckungen u. sehr
Pause.			
22'	2	1	1 4
23'	2*	1	* 5 Dcgr. Heftiger Krampf. Tod.

Versuch XLI.

Kleiner Hund. Injectionen einer 10% Salmiaklösung.
Gleichzeitig entworfenene Blutdruckcurve beschrieben in
Vers. XXVII.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
0'	26	25	26 77
1'	31	40	34* 105 * 1' 53". 1 Dcgr. Die Resp. wird
2'	21	38	41 100 etwas weniger frequent. Die
3'	42	39	36 117 einzelnen Athemzüge, anfangs
etwas stärker, werden allmäl.			
sehr flach.			
4'	37	36	35* 108 * 4' 56". 2 Dcgr. Die vorher
5'	34	38	41 113 sehr flachen Athemzüge neh-
6'	41	40	38 118 men blos an Energie zu. Die
Resp. bleibt gleichmässig.			
7'	40	32*	36 108 * 7' 22". 3 Dcgr. Die Frequenz
8'	38	40	38 116 nimmt um ein Geringes ab.
Die Resp. bleibt nach wie vor			
gleichmässig.			
9'	39	45	42* 126 Die Resp. wird sehr flach.
Der Versuch wird unterbrochen.			

Versuch XLII.

Mittelgrosser Haase. Injectionen von 10% Salmiaklösung. Durchschneidung beider Vagi. Reizung des centralen Vagusstumpfes.

Zeit in Min.	Respirationsfrequenz				Bemerkungen.
	in je 20 Sec.		in 1 Min.		
0'	11	12	11	34	
1'	11	12*	17	40	* 1' 32". 1 Degr. Kein Stillstand. Die bis dahin sehr flachen Athemzüge werden heftig und etwas ungleichmässig.
2'	17	13	12*	42	* Resp. wieder flach.
3'	12	12*	21	45	* 3' 33". 2 Degr. Kein Stillstand. Sehr energische, anfangs ungleichm. Athemzüge.
4'	15	15	14	44	Die Inspirationen krampfhaft u. unterbrochen.
5'	15	13	14	42	
6'	14	14	16	44	
7'	13	16	15	44	
8'	15	17*	29	61	* 8' 32". 2 Degr. Darauf sehr heftige ungleichm. Athembewegungen während 30". Dazwischen Convulsionen. Dann während 10" tonischer Krampf, gefolgt von Convulsionen.
9'	24	41	12	77	Die Resp. wird gleichmässig.
10'	11	11	11	33	
11'	11	13	12	36	
12'	12	15	14	41	
13'	13	13	16	42	
14'	14	14	17	45	Die Resp. wird ungleichmässig.
15'	15	16	22*	53	* 15' 57". 1 Degr. 10" danach kurzer respirator. Stillstand u. ton. Krampf, gefolgt von klon. Zuckungen u. heftigen Athembewegungen. Hierauf wieder ton. Krampf von 10" Dauer.

Zeit in Min. und Sec.	Pulsfreq.	Mittl. Druck in Mm. Hg.	Bemerkungen.
			Pause. Die Trommel wird ge- wechselt.
17'	58*	66 53 177	* Die Resp. - Bewegungen sind
18'	50	49 47 146	von hier an bis zum Ende des
			Versuchs sehr ungleichmässig.
19'	53	56 55* 164	* Rechter Vag. durchschn.
20'	57	58* 53 168	* Linker Vag. durchschn.
21'	51	58 53 162	

Pause. Da die Thoraxmuskeln
gelähmt zu sein scheinen und
einzelne kleine Wellen mög-
licherweise in Folge energi-
scher Herzcontract. auf's Pa-
pier gezeichnet sein konnten,
so wurde der Unterleib eröff-
net, um das Zwerchfell zu be-
obachten. Man gewahrt sehr
frequente, bald schwächere,
bald stärkere Contractionen
desselben.

27'	48	46 52 146
28'	60	53 54 167
29'	57	51 60 168

30'		24 22*
31'	24	23 19 66
32'	21*	11 10 42

Pause.
* 1 Dcgr. Kein sichtl. Erfolg.

* 1 Dcgr. Darauf während 40"
nach mehreren forcirten In-
spirationen heftiger Krampf
bis zum Tode.

In den letzten 6 Minuten wurde mehrere Mal der cen-
trale Vagusstumpf bei 150—250 Mm. Rollenabstand gereizt,
ohne dass irgend welche Aenderung im Respirationstypus er-
sichtlich war.

Versuch XLIII.

Mittelgrosser Haase. Injection einer 10% Lösung
von kohlsaurem Ammoniak.

Zeit in Min.	Respirationsfrequenz				Bemerkungen.
	in je 20 Sec.		in 1 Min.		
0'	20	19	20	59	
1'	23	24	27*	74	* 1' 40". 1 Dcgr. Kein Still-
2'	31	20	22	73	stand. Mässige Verstärkung
3'	22	15	15	52	u. Beschleunigung der Athem-
					bewegungen.
4'	13	16*	14	43	* Die Resp. wird sehr flach.
5'	13	15	17	45	
6'	9*	7	23	39	* 6' 1". 2 Dcgr. Andauernder
7'	23	28	28	79	Resp.-Stillstand und Krampf
					von 6 kurzen Respirations-
					stössen unterbrochen. Danach
					sehr ungleichm. Resp.
8'	29	2*	5	36	* Von Neuem auftretender Re-
					spirations-Stillstand und ton.
					Krampf.
9'	6	4	12*	22	* Die Resp. wird gleichmässig.
10'	11	12	11	34	
11'	10	12	11	33	
12'	10	10	12	32	
13'	11	12	13	36	
14'	11*	14	12	37	* 14' 13". 3 Dcgr. 15" danach
					inspirator. Stillstand u. heftig.
					tonisch. Krampf während 18".
					Dann Convulsionen und sehr
					ungleichm. Resp. bis zum Ende
					des Versuchs.
15'	18	6*	6	30	* Wiederum Respir.-Stillstand
16'	9	9	9	27	während 8".
17'	12	11	18	41	
18'	15	11	13	39	
19'	15	15	16	46	
					Pause.
23	17	20	17	54	
24'	16*	2			* 4 Dcgr. Starrkrampf u. Tod.

Resumé.

Aus den Ergebnissen meiner Untersuchungen lässt sich Folgendes mit Sicherheit entnehmen:

1. Die normale Expirationsluft enthält kein Ammoniak.
2. Nach Injection von Ammoniakalien ins Blut wird kein Ammoniak durch die Lungen exhalirt, selbst wenn die Nieren exstirpirt sind.
3. Kohlensaures Ammoniak, welches in's circulirende Blut injicirt worden, lässt sich gleich nach der Injection, auch wenn die Ausscheidung desselben durch die Nieren verhindert ist, im Blute nicht mehr nachweisen.
4. Das kohlensaure und das schwefelsaure Ammoniak sowie das Salmiak rufen ins Blut injicirt unter Pulsbeschleunigung eine Blutdrucksteigerung hervor, die unabhängig von einer Reizung des vasomotorischen Centrums in der Medulla oblongata zu Stande kommt.
5. Dieselben Salze wirken unter ähnlichen Verhältnissen als heftige Reizmittel auf die Respirationscentra ein. Kleinere Dosen bewirken eine heftige Beschleunigung der Athmung, grössere dagegen einen andauernden Contractionszustand der Respirationsmuskeln.



THESEN.

1. Die Ammoniaksalze wirken nicht expectorirend.
 2. Injectionen einer verdünnten Lösung von Ammonium carbonicum oder Liquor Ammon. caust. ins Blut sollten stets im comatösen Zustande nach Vergiftungen durch Narcotica angewandt werden.
 3. Das in den Ammoniakalien enthaltene NH_3 bildet das wirksame Princip bei der Reizung, welche erstere auf nervöse Apparate ausüben.
 4. Verbreitete Eczeme dürfen auch bei Erwachsenen keiner energischen Cur unterworfen werden.
 5. Zur sicheren ophthalmoscopischen Diagnose eines Staphyloma sclerae posticum muss eine Tiefenbestimmung der atrophisch erscheinenden Partie des Augenhintergrundes gemacht werden.
 6. Die Strabotomie genügt in den meisten Fällen nur kosmetischen Anforderungen.
-

RESUME

THESEN

1. Die Ammoniaksalze wirken nicht expectorierend.
2. Injectionen einer verdünnten Lösung von Ammonium carbonicum oder Liquor Ammon. caust. ins Blut sollen stets im comatösen Zustande nach Verhörungen durch Narcothica angewandt werden.
3. Das in den Ammoniaksalzen enthaltene NH_3 bildet das wirksame Princip bei der Heilung, welche erstere auf nervöse Apparate ausüben.
4. Verpöchte Exzeme dürfen auch bei Erwachsenen keiner energischen Cur unterworfen werden.
5. Zur sicheren ophthalmoscopischen Diagnose eines Staphylomas posticum muss eine tiefenbestimmende optisch erscheinende Partie des Augenhintergrundes erreicht werden.
6. Die Staphylogie erzeugt in den meisten Fällen nur mechanischen Anforterungen der Netzhaut, welche durch die Blutgefäße der Netzhaut entfernt werden können.

Lange, Ferdinand

Physiologische Untersuchungen über das Verhalten und die Wirkung einiger
Ammoniaksalze im thierischen Organismus Inaug. Diss

Dorpat 1874

Diss.med. 79-59

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11183318-6